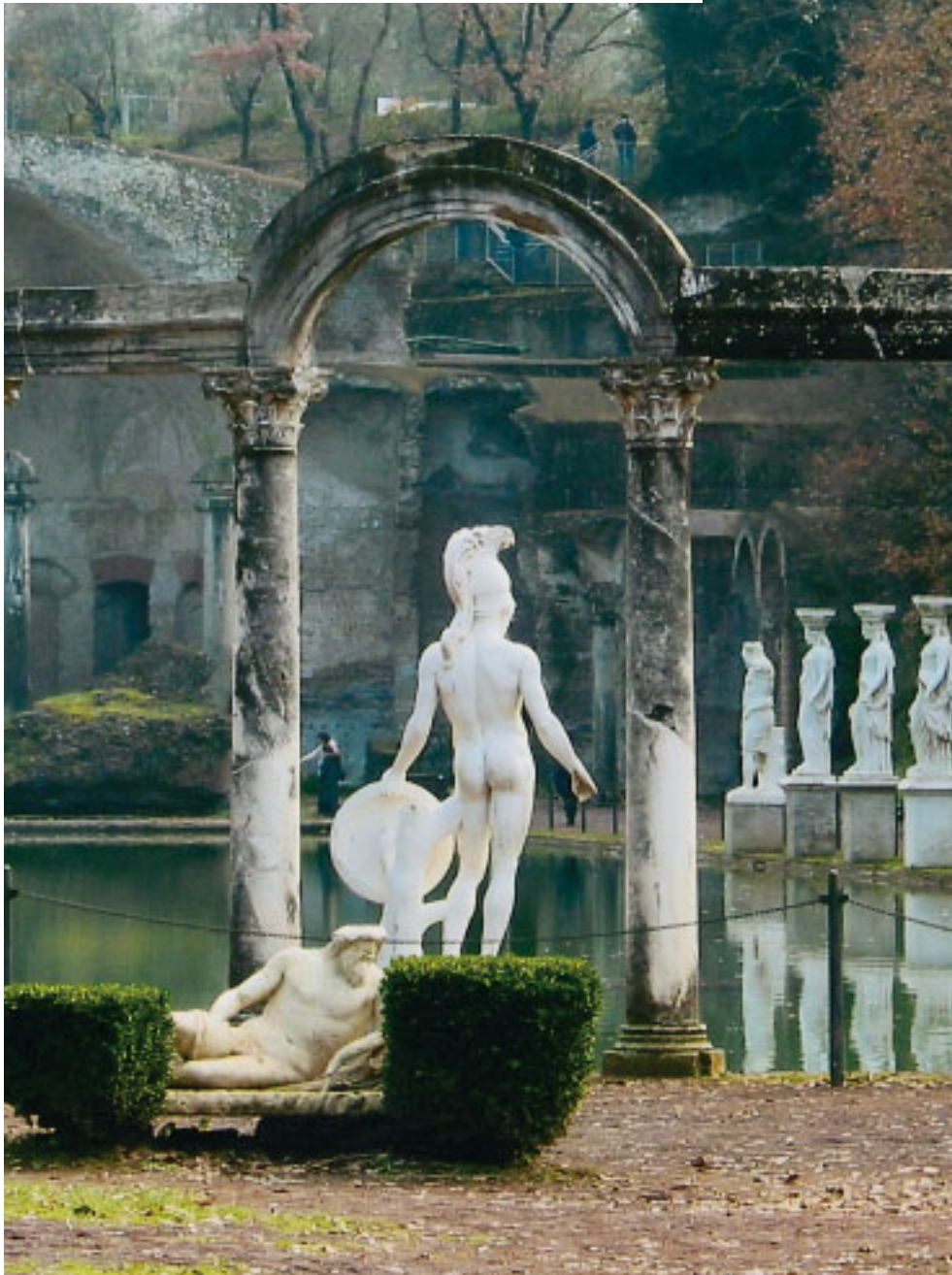


# forschung

Das Magazin der Deutschen Forschungsgemeinschaft

# forschung

Das Magazin der Deutschen Forschungsgemeinschaft



**3/2003** ▶ Des Kaisers Wasser-Werke ▶ Das Auerhuhn und die Frage des Überlebens ▶ Insekten in der Welt der Düfte ▶ Das ganze Ausmaß der Antarktis ▶ Ein Magnetfeld mit Herz ▶ DFG-Jahresversammlung 2003

**DFG**

 WILEY-VCH

## Im Querschnitt

### Orte exzellenter Wissenschaft

Berlin, München und der Großraum Aachen – Bonn – Köln sind die drei Regionen, in die die meisten Bewilligungen der DFG fließen. Darauf weist das Förder-Ranking 2003 hin. Auf wesentlich erweiterter Datenbasis präsentiert es umfassende Informationen zur Verteilung von DFG-Bewilligungen auf Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen.  
Seite 30

### Neue Wege der Unterstützung

Eine neue „Förderinitiative Geisteswissenschaften“ geht an den Start. Sie soll in einer Pilotphase von drei Jahren umgesetzt werden, um die besonderen Bedürfnisse geisteswissenschaftlicher Fächer stärker zu berücksichtigen. Auf diesem Wege sollen die Förderinstrumente der DFG zielgerichtet weiterentwickelt werden.  
Seite 32

### Verbindungsbüro in Moskau

Zur Intensivierung der Zusammenarbeit zwischen russischen und deutschen Forschern und ihren Wissenschaftsorganisationen hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft ein Verbindungsbüro in Moskau eingerichtet. Es soll dazu beitragen, wechselseitig das Wissen über wissenschaftliche Aktivitäten und Forschungspotenziale zu verbessern.  
Seite 35

## Der Kommentar

Ernst-Ludwig Winnacker

**Impulse für die Forschung in Europa** ..... S. 2

## Naturwissenschaften

René Borch, Michael Mayer, Klaus Lindner, Claudia Depenthal, Bernhard Heck

**Das ganze Ausmaß der Antarktis** ..... S. 4

## Geisteswissenschaften

Rembert Unterstell

**Ein neues Bild der alten Welt** ..... S. 8

## Ingenieurwissenschaften

Robert Wynands, Georg Bison, Antoine Weis

**Ein Magnetfeld mit Herz** ..... S. 10

Henning Fahlbusch, Hubertus Manderscheid, Christoph Ohlig

**Des Kaisers Wasser-Werke** ..... S. 12

## Jahresversammlung

**Forschungsförderung gemeinsam verantworten** ..... S. 16

**Investitionen in die Wissenschaft** ..... S. 19

## Biowissenschaften

Ilse Storch

**Das Auerhuhn und die Frage des Überlebens** ..... S. 22

Giovanni Galizia

**Insekten in der Welt der Düfte** ..... S. 27



### Wasser für den Kaiser

Springbrunnen, Wasserkaskaden und Thermen prägten einstmals die Villa Adriana bei Tivoli. Noch heute beeindruckten die ausgedehnten hydraulischen Installationen, die vor dem monumentalen Bankettgebäude des Kaisers errichtet wurden (Seite 12). Titelbild: Christoph Ohlig

## Impressum

Herausgegeben von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG); »forschung« erscheint vierteljährlich beim WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Postfach 10 11 61, 69451 Weinheim, Jahresbezugspreis 2003: € 48.00; Redaktion: Dieter Hüsken (Chefredakteur, verantwortlich für den Inhalt, Layout), Dr. Rembert Unterstell, Ursula Borchardt-Allmendinger, Angela Kügler-Seifert; Redaktionsassistentz: Renate Kahl; Druck: Bonner Universitäts-Buchdruckerei; Redaktionsanschrift: DFG, Bereich Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Kennedyallee 40, 53175 Bonn, Tel.: 02 28/8 85-1; Fax: 02 28/8 85-21 80; E-mail: postmaster@dfg.de; Internet: www.dfg.de; gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier mit 50 % Recyclingfaser

ISSN 0172-1518



Die Forschung in Europa braucht neue Impulse. Sie muss weltweit konkurrenzfähig sein oder wieder werden. Europa konkurriert mit den führenden Wissenschaftsnationen, den USA und Japan, aber auch mit dem asiatischen Raum, in dem einzelne bevölkerungsreiche Länder wie China und Indien allein über ein erhebliches Zukunftspotenzial verfügen.

Vor einigen Jahren trat EU-Forschungskommissar Philippe Busquin mit dem Konzept des europäischen Forschungsraums (ERA) hervor. Dies war ein ganz entscheidender Beitrag zur Klärung der forschungspolitischen Diskussion in Europa. Er machte deutlich, dass eine Stärkung nach außen den Versuch voraussetzt, Schwächen, die sich nach innen aus der Vielzahl und Fragmentierung der Staaten und Systeme ergeben, zu überwinden. Der Forschungsraum transzendiert gewissermaßen den Stand der politischen Einigung Europas, indem er auf dem Gebiet der Forschung das vorhandene Potenzial nach innen und außen freisetzt und steigert.

Ich sehe eine große Herausforderung für die Politik wie für die Forschung darin, die Idee des europäischen Forschungsraums zu konkretisieren und weiterzuentwickeln. Die Politik hat mit den Beschlüssen von Lissabon (2000) und Barcelona (2002) dafür einen ehrgeizigen Rahmen gesteckt. Europa soll bis 2010 die dynamischste Wissensgesellschaft der Welt werden und seine Forschungsausgaben auf drei Prozent des Brutto sozialprodukts steigern. Für die Forschung kommt es nun darauf an, auf die Verbesserung der Rahmenbedingungen mit konkreten Vorschlägen und Initiativen zu reagieren.

Eine solche Initiative ist das Programm der EURYI (European Young Investigator) Awards. Es ist aus den Beratungen der Präsidenten und Chefs der nationalen Forschungsorganisationen in Europa (der EUROHORCs, European Union Research Organisations Heads of Research Councils) über die Frage hervorgegangen, wie mit eigenen Mitteln dieser Organisationen zur

2

schungsraums beigetragen werden kann. Etliche Organisationen haben in den letzten Jahren Förderprogramme entwickelt, mit denen sie über Stipendien für junge Wissenschaftler hinaus eine Strategie zur Förderung des hoch qualifizierten wissenschaftlichen Nachwuchses verfolgen. Es geht darum, möglichst viele junge Wissenschaftler für die Forschung zu gewinnen und ihnen dafür attraktive Bedingungen anzubieten. Ein zentraler Gedanke, wie er im Emmy Noether-Programm der Deutschen Forschungsgemeinschaft, aber auch in vergleichbaren Programmen unserer Partnerorganisationen, Ausdruck findet, ist die Möglichkeit zum Aufbau einer eigenständigen Forschergruppe bei Rückkehr von einem erfolgreichen Auslandsaufenthalt. Für die DFG ist die Nachwuchsgruppe zum Kernstück ihres Förderangebots für junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler geworden. Die Chance auf frühe Selbstständigkeit in der Forschung, also bereits wenige Jahre nach der Promotion, soll die Motivation für eine Laufbahn in

der Forschung erhöhen und zugleich die Aussichten auf eine erfolgreiche Karriere verbessern.

Das Bemühen um die Rückgewinnung junger Wissenschaftler aus dem Ausland macht die heutige Situation sehr deutlich: Der Wettbewerb um die besten Köpfe wird weltweit und unter scharfen Bedingungen geführt. Denn gerade die großen Industrieländer sind oftmals nicht mehr in der Lage, den Bedarf an Wissenschaftlern aus ihrem eigenen Erziehungs- und Hochschulsystem zu rekrutieren. Kaum mehr als die Hälfte der jungen Wissenschaftler, die heute in den USA tätig sind, ist dort auch geboren.

Bisher haben in Europa, von den Humanressourcen-Programmen der EU abgesehen, die Staaten einzeln den Kampf um die Sicherung ihres Nachwuchses geführt. Mit dem Programm der EURYI Awards schließen sich die wichtigsten Förderorganisationen der meisten europäischen Länder im Forschungsraum zusammen und treten auf gemeinsamer Basis in den weltweiten Wettbewerb ein. Jeder junge Wis-



senschaftler, der die Bedingungen des Programms erfüllt, kann den Antrag auf einen EURYI Award im Forschungsraum stellen – genauer gesagt: in einem der vierzehn Länder, die jeweils durch mindestens eine Organisation an der ersten Ausschreibung beteiligt sind.

Wie sieht das Programm, das Mitte September 2003 (Bewerbungsfrist: 15. Dezember 2003) erstmals ausgeschrieben wird, im Detail aus? Nach einer Vorbereitung, die sich über etwa ein Jahr erstreckte, unterzeichneten die Verantwortlichen von 18 Organisationen aus 14 Ländern im Mai 2003 ein Memorandum of Understanding. In diesem verpflichteten sie sich, für eine erste Ausschreibung des Programms jeweils 5,2 Millionen Euro (Anteil der DFG: 1,3 Millionen Euro) für die Dauer von fünf Jahren bereitzustellen. Es handelt sich also um einen gemeinsamen Fonds, bei dem es den Beteiligten allein um das Qualitätskriterium geht und sie auf jede Art von „juste retour“, also eine gerechte Verteilung nach einzelnen Ländern, verzichten.

Ein EURYI Award besteht aus der Verbindung von Stipendium und Projektförderung, entsprechend dem Modell der Nachwuchsgruppe im Emmy Noether-Programm. Die Förderung umfasst also die Bezahlung der Leiterstelle selbst und eine Ausstattung mit zwei bis drei Projektstellen auf Doktoranden- beziehungsweise Postdoktorandenniveau sowie Sach- und Reisemitteln. Das schlägt bei allen beteiligten Ländern mit 150 000 bis 250 000 Euro, im Durchschnitt etwa 200 000 Euro zu Buche. Bei dem jährlichen Betrag von 5,2 Millionen Euro ist also von etwa 25 Bewilligungen in der ersten Runde auszugehen. Bewerber müssen einen herausragenden wissenschaftlichen Werdegang nachweisen. Sie sollen das Potenzial erkennen lassen, auf ihrem Gebiet international eine führende Rolle spielen zu können. Eine Altersgrenze gibt es nicht. Stattdessen wird wegen des unterschiedlichen Promotionsalters in den verschiedenen Ländern eine Forschungserfahrung als Postdoc von wenigstens zwei und

bis zu zehn Jahren verlangt. Besondere Bedeutung kommt darüber hinaus einer qualifizierten Einladung, verbunden mit der Zusage des jeweiligen Instituts zu, die Nachwuchsgruppe für einen Zeitraum von fünf Jahren aufzunehmen. EURYI Awards können in allen Fächern, also auch den Geisteswissenschaften, vergeben werden.

Bei der Begutachtung und in der Endauswahl arbeiten die Teilnehmerorganisationen in einem zweistufigen Verfahren mit der European Science Foundation (ESF) in Straßburg zusammen: Die Organisation des Ziellandes ist jeweils nach ihrem eigenen Verfahren für die Begutachtung der ersten Stufe zuständig und verantwortlich. Jeder Teilnehmerorganisation steht entsprechend ihres finanziellen Einsatzes eine bestimmte Zahl von Vorschlägen für die zweite, gemeinsame Runde zu. Aus den 134 möglichen Vorschlägen sollen in einem Panel-Verfahren und mit Hilfe von Interviews, zumindest bei den bestplatzierten Kandidaten, die bis zu 25 Gewinner ausgewählt werden. Angesichts der sorgfältigen Zeitplanung besteht die Erwartung, dass mit einem solchen Ergebnis Mitte des Jahres 2004 das Verfahren der ersten Ausschreibung erfolgreich abgeschlossen ist. Dann werden im Herbst kommenden Jahres die ersten EURYI-Nachwuchsgruppen an den Start gehen. Für die Förderung von akademischem Nachwuchs und Exzellenz in Europa, für gemeinsames Handeln im Europäischen Forschungsraum wird dies ein Meilenstein sein.

Bei den EURYI Awards wird es nicht bleiben. Derzeit ist auch die Gründung eines European Research Council im Gespräch. Diese Organisation will nicht nur Personen fördern, sondern auch Forschungsprojekte aus der Grundlagenforschung, um so die bisherigen Förderaktivitäten der EU zu ergänzen.

Prof. Dr. Ernst-Ludwig Winnacker  
Präsident der  
Deutschen Forschungsgemeinschaft

Prof. Dr.  
Ernst-Ludwig Winnacker

# Impulse für die Forschung in Europa

*Auf dem Weg zur dynamischsten Wissensgesellschaft  
der Welt – Der Wettbewerb um die besten Köpfe  
nimmt an Schärfe zu*





Messkampagne in lebensfeindlicher Umgebung: Die Eisstation ist meist von der Außenwelt abgeschnitten, die Versorgung ist schwierig. Die Ausrüstung wird in Kisten gegen Kälte und Nässe geschützt.



# Das ganze Ausmaß der Antarktis

*Ein satellitengestütztes Navigationssystem gibt Geowissenschaftlern millimetergenau Auskunft über Hebungs- und Senkungsbewegungen der Antarktis*



Vierundzwanzig Satelliten, die auf sechs Bahnen in etwa 20 200 Kilometer Höhe die Erde umkreisen: Dieses Bild gehört zum satellitengestützten Navigationssystem der Vereinigten Staaten, das 1995 seine volle Ausbaustufe erreichte. Seitdem ist das so genannte Global Positioning System, kurz GPS, als wetterunabhängiges, weltweit und allzeit verfügbares sowie kostenfreies Hilfsmittel in der Navigation nicht mehr wegzudenken. Zwischen 1995 und 1998 schlossen sich mehrere deutsche Universitäten und Forschungsinstitute in Verbundprojekten zusammen, um mit Hilfe des GPS erstmalig die Koordinaten und Ge-

Mit dem ukrainischen Eisbrecher „Drantsyn“ sind die Forscher in die Nähe einer Messstation gefahren. Gefährlich und anstrengend ist ihre Arbeit bei niedrigen Temperaturen, starkem Wind, Regen oder Schnee. Auch die Elektronik der GPS-Empfänger reagiert auf diese Bedingungen äußerst empfindlich. Gut angepasst an die Witterung in der Antarktis sind die Pinguine, denen die Wissenschaftler überall begegnen.



schwindigkeiten eines die gesamte Peripherie der Antarktis überdeckenden Feldes von markierten Punkten zu ermitteln. Um dieses wissenschaftliche Ziel erreichen zu können, wurden in den antarktischen Sommermonaten mehrere GPS-Messkampagnen durchgeführt und ausgewertet. Von hohem geowissenschaftlichem Interesse waren dabei die Bewegungsraten und die Bewegungsrichtungen der auf der

Antarktischen Halbinsel gelegenen Beobachtungspunkte. Damit werden Rückschlüsse auf die aktuelle tektonische Bewegung in diesem Gebiet ermöglicht. Besonders wichtig ist die Vermarkung von Messpunkten in der Antarktis, da diese über mehrere Jahre „stabil“ mit dem Untergrund verbunden sein müssen. Um dies zu gewährleisten, wurden Metallbolzen direkt in das anstehende Gestein eingebracht. Gerade bei der Erfassung von sehr kleinen tektonischen Verschiebungen im Millimeterbereich ist es entscheidend, dass weder das Gestein noch der Messpunkt durch Witterungseinflüsse in Folge extremer Temperaturunterschiede bei direkter und indirekter Sonneneinstrahlung oder Frostsprengungen verändert werden. Horizontale Bewegungsraten – das heißt die Geschwindigkeit und Richtung der Bewegung – sind inzwischen standardmäßig aus GPS-Beobachtungen mit hoher Genauigkeit und Zuverlässigkeit

ableitbar. Diese Aussage gilt bisher jedoch nicht für die Bestimmung von Höhen und vertikalen

Bewegungsraten, die weitaus stärker von verschiedenen äußeren und systeminternen Faktoren beeinflusst sind. Hier setzt das am Geodätischen Institut der Universität Karlsruhe durchgeführte Projekt an, das sich der Höhenkomponente widmet und nach einer geeigneten Auswertungsstrategie sucht, um möglichst präzise Höhenangaben zu erhalten. Mit ihrer Hilfe können Hebungs- oder Senkungs-bewegungen für den Bereich der Antarktischen Halbinsel aus wiederholten Messungen abgeleitet werden.

### Mit Hilfe von GPS-Messkampagnen gewinnen Geowissenschaftler neue Erkenntnisse über die tektonische Bewegung

Aussagen hinsichtlich der Höhenänderungen im antarktischen Bereich sind insbesondere im Kontext des Treibhauseffektes und damit zusammenhängender Größen, zum Beispiel dem Eismassenhaushalt in der Antarktis, von hohem, auch klimarelevantem Interesse.

Die von den GPS-Satelliten abgestrahlten elektromagnetischen Signale durchqueren auf ihrem Weg zu den Empfangsantennen die Erdatmosphäre und erfahren dabei Laufzeitverzögerungen durch verschiedene atmosphärische Komponenten. Zwei wichtige Atmosphärenbereiche lassen sich unterscheiden: die elektrisch geladene Ionosphäre und die neutrale Atmosphäre, welche sowohl die mit etwa





zehn Kilometern mächtige erdnächste Schicht, die Troposphäre, als auch die daran anschließende und bis in eine Höhe von etwa fünfzig Kilometern reichende Stratosphäre umfasst. Da in der Troposphäre nahezu das gesamte Wettergeschehen abläuft, ist es naheliegend, die Laufzeitverzögerung in den erdnahen Atmosphärenschichten mittels meteorologischer Größen wie Temperatur, Luftdruck und Feuchte zu erfassen. Dabei

wird entweder der Weg beschritten, kontinuierlich und zeitgleich zu den GPS-Messungen repräsentative meteorologische Größen zu registrieren, oder aber es wird versucht, basierend auf grundlegenden meteorologischen Annahmen, aus den GPS-Beobachtungen selbst die Beträge der Laufzeitverzögerungen zu ermitteln. Ist man nun bestrebt, hochpräzise Höhenkomponenten aus GPS-Beobachtungen abzuleiten, so muss man sich – neben der Elimination anderer Fehlereinflüsse – vor allem um eine bestmögliche Annäherung an die während der GPS-Messungen in der elektrisch neutralen Atmosphäre herrschenden meteorologischen Bedingungen bemühen. Da ein kostengünstiges Erfassen von repräsentativen und genauen Wetterdaten in der Umgebung von GPS-Beobachtungsstationen jedoch kaum möglich ist, wird üblicherweise der Modellierungsweg beschritten.

Werden Vermessungen mit Hilfe des GPS in polaren Gebieten durchgeführt, so können auf Grund der Bahncharakteristiken der GPS-Satelliten keine Signale im Bereich des lokalen Zenits der Beobachtungsstation empfangen werden. Dies wäre jedoch wünschenswert, da diese GPS-Signale auf Grund des kürzeren Weges die geringsten Laufzeitverzögerungen und Störungen aufweisen. Dieser Sachverhalt



macht es unumgänglich, auch horizontnah erfasste Signale bei der Auswertung zu nutzen. Diese schwächeren und bei routinemäßigen Auswertungen nicht verwendeten Signale besitzen jedoch deutlich schlechtere Eigenschaften, woraus sich zwangsläufig er-

neut Forderungen nach geeigneten Modellierungsstrategien bei der Nutzung dieser kritischen Datengrundlage ergeben.

Um diese und weitere Fragen zu klären, wurden von Januar bis Februar 2002 GPS-Messungen auf drei Stationen im nördlichen Bereich der Antarktischen Halbinsel durchgeführt.

Hierbei wurden im 24-stündigen Messturnus über drei Wochen hinweg mit einer Taktrate von fünf Sekunden die Signale aller GPS-Satelliten oberhalb des

Horizonts aufgezeichnet. Mit einer durchschnittlichen Anzahl von acht Satelliten ergaben diese Einstellungen ein großes Datenvolumen pro Tag und Station und damit ein für diesen Teil der Erde einmalig hochauflösendes Datenmaterial. Um in einer so lebensfeindlichen Umgebung Messkampag-

Ein Container-Labor bietet zwölf Wissenschaftlern Platz zum Leben und Arbeiten. Hier findet die erste Auslese und Bewertung der Daten statt. Folgerichtig kann der „Besuch“ einer GPS-Antenne sein. Eine Möwe („Skua“) schirmt die Signale ab und unterbricht so kurzfristig die Datenerfassung.

nen erfolgreich durchführen zu können, ist eine ausgefeilte Logistik ebenso zwingend wie eine durchdachte Planung. Denn antarktische Stationen werden hauptsächlich mit dem Schiff oder vom Hubschrauber aus versorgt. Die geodätische Ausrüstung bestand unter anderem aus GPS-Antenne, -Empfänger, Hand-Controller mit Speichermedium zur Datenaufzeichnung und Autobatterien samt Ladegeräten zur Stromversorgung. Bei den eigentlichen Messungen bereiteten die teilweise ex-

tremen klimatischen Verhältnisse der Antarktis die größten Schwierigkeiten. Unter diesen meteorologischen Bedingungen reagiert vor allem die Elektronik

der GPS-Empfänger äußerst empfindlich. Darüber hinaus wird die Batterieladung erheblich herabgesetzt. Um eine kontinuierliche Energieversorgung für die gesamte Dauer der GPS-Messungen, das heißt 24 Stunden pro Tag, gewährleisten zu können und ausreichende Planungssicherheit zu erhalten,

### Um präzise Daten aus GPS-Beobachtungen zu erhalten, müssen alle Fehlerquellen zuverlässig beseitigt werden

wurden vor der Messkampagne verschiedene Simulationen in der Klimakammer durchgeführt. Die Aufzeichnung der Daten erfolgte mittels spezieller Speicherkarten, wobei ein schneller Kartenwechsel einen minimalen Datenverlust garantiert. Dies ist insofern wichtig, als auf allen Stationen für den Kartenwechsel die Datenaufzeichnung zeitgleich unterbrochen werden musste. Diese Vorgehensweise war notwendig, weil bei der Auswertung der Daten nach Beendigung der gesamten Messkampagne Differenzen zwischen simultan aufgezeichneten Beobachtungen von jeweils zwei Stationen gebildet werden. Der Vorteil besteht darin, dass durch die Differenzbildung eine Reihe von kritischen Fehlergrößen, wie zum Beispiel der Uhrfehler, das heißt die Zeitdifferenz zwischen Zeitskala des Satelliten und der des GPS-Empfängers, aus den Beobachtungen eliminiert werden. Nachdem in einem ersten Auswertungsschritt die erfassten Daten auf grobe Fehler und Ausreißer geprüft wurden, erfolgte ein Vergleich mit den in früheren Projekten ermittelten horizontalen Bewegungsraten der beobachteten Punkte. Momentan werden verschiedene Größen, welche die GPS-Auswertung maßgeblich beeinflussen, detailliert untersucht, um Höhenschätzungen mit bestmöglicher Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsmaßen zu erhalten. Hierbei spielen etwa die zeitlichen Abstände der ausgewerteten GPS-Beobachtungen eine bisher wenig beachtete Rolle. Nach Abschluss der Modellierungsphase werden die optimierten Auswertungsverfahren auf die Daten vorangegangener Beobachtungskampagnen angewandt, um so neue Aussagen hinsichtlich der Höhenänderungen ableiten zu können.

*Dipl.-Ing. René Borch  
Dipl.-Ing. Michael Mayer  
Dr.-Ing. Klaus Lindner  
Dipl.-Ing. Claudia Depenthal  
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Heck  
Universität Karlsruhe*

Das Projekt wird von der DFG im Normalverfahren gefördert.

# Ein neues Bild der alten Welt

*Die Ausstellung „Archäologie in Deutschland“ präsentierte nicht nur spektakuläre Entdeckungen, sondern auch die Wege der Grundlagenforschung*

Tiefenst und aus schwarzen Glasaugen schaut ein winziges Elfenbeingesicht den Betrachter von einem Ausstellungsplakat an. Vor zwei Jahrtausenden zierte das nur noch als Fragment erhaltene Köpfchen die Totenliege eines vornehmen römischen Offiziers, der nahe dem Legionslager von Haltern an der Lippe bestattet worden ist. Das kleine Kunstwerk war Blickfang der Ausstellung „Menschen – Zeiten – Räume: Archäologie in Deutschland“, die zunächst im Martin Gropius-Bau in Berlin und anschließend in der Kunst- und Ausstellungshalle der Bundesrepublik Deutschland in Bonn zu sehen war.

Die Leistungsschau der deutschen Archäologie und Boden-

denkmalpflege schlug den Bogen von den versteinerten Bewohnern der Urmeere über Neufunde zum Neandertaler, von keltischen Fürstengräbern aus Süddeutschland bis zu den Hinterlassenschaften





aus dem Bombenschutt des Zweiten Weltkriegs in Berlin. Zusammengetragen wurden die mehr als 5000 Exponate von der Urzeit bis ins 20. Jahrhundert von den 16 Landesarchäologen und dem Berliner Museum für Vor- und Frühgeschichte. Sie fügten ihre zum Teil spektakulären Entdeckungen und die Grabungshöhepunkte der letzten zweieinhalb Jahrzehnte zu einem umfassenden, erstmals auch gesamtdeutschen Geschichtspanorama zusammen.

Neben den ergrabenen Originalen und den Rekonstruktionen, die das fragile Original mitunter ersetzen müssen, wurden Funde inszeniert: So hingen etwa hunderte von Eisennieten, einzeln in Plastiktütchen verpackt, an Nylonfäden so im Raum, dass sich die Konturen eines acht Meter langen Schiffsrumpfes abzeichneten, dessen Planken sie einst zusammenhielten. Einprägsam präsentierte sich so ein Boot der Wikingerzeit dem Betrachter.

Die Ausstellung war aber mehr als eine „Archäologie-Schau“ mit Zeugnissen zur Erd- und Menschheitsgeschichte. Sie war zugleich eine Ausstellung über die Archäologie als Wissenschaft, über ihre Ziele und Arbeitsweisen. Die Auswertungsarbeit der Archäologen und der Vor- und Frühgeschichtler war vor diesem Hintergrund ganz bewusst präsent: in Form von Bodenkartierung oder Zeichnung, Luftbild oder Röntgenaufnahme. Auf diesem Wege sollten den zahlreichen Ausstellungsbesuchern die Wege der archäologischen Grundlagenforschung der letzten 25 Jahre vor Augen geführt werden, die auch die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Rahmen ihrer Förderarbeit unterstützt.

So beteiligten sich beispielsweise Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des DFG-Schwerpunktprogramms „Siedlungsarchäologische Untersuchungen im Alpenvorland“ an den Studien zu den



Verzierung für die Totenliege eines vornehmen römischen Offiziers. Links: Eine um 700 bestattete Frau hat eine prachtvolle Trachtausstattung mit ins Grab genommen. Darüber: eine steinbesetzte goldene Kreuzfibel.

jungsteinzeitlichen Pfahlbausiedlungen an den Ufern des Bodensees. Mit Hilfe der Unterwasserarchäologie sowie den Methoden der

Dendrochronologie, die die Datierung von Holzproben mittels Jahresringmustern erlaubt, konnten Fragen der zeitlichen Einordnung beantwortet und neue Erkenntnisse über Klima, Umwelt und das soziale Zusammenleben vor etwa 6000 Jahren gewonnen werden.

Um das Alltagsleben einer vor 2000 Jahren untergegangenen Lebenswelt geht es den Forschern seit über zehn Jahren auch bei der Erforschung des römischen Stützpunkts im heutigen Lahnauwaldgirmes (Hessen). Die Siedlung wurde um Christi Geburt im germanischen Hinterland errichtet, aber von den römischen Invasoren schon bald, nach der Varusschlacht des Jahres 9 nach Christus, wieder aufgegeben. Zug um Zug – von der DFG als Langfristvorhaben mitgetragen – rekonstruieren die Grabungen eine stadtdartige Siedlung mit Wohnquartieren, Handwerkerquartier und einem Verwaltungsmittelpunkt – ein Mosaikstein zum neuen Bild der alten Welt.

Vor diesem Hintergrund räumt die Ausstellung zugleich mit einer weit verbreiteten Vorstellung von Archäologie auf: Dem überlieferten Bild einer „beschaulich-antiquarischen Spatenwissenschaft“ wird das einer interdisziplinär ausgerichteten Wissenschaft gegenüber gestellt, in der geistes- und naturwissenschaftliche (Teil-)Disziplinen zusammenwirken. „Schliemanns Erben“ gehen heute neue Wege.

Insbesondere die damit verbundenen methodischen Innovationen des letzten Vierteljahrhunderts tragen dazu bei, dass Wissenschaftler aus Denkmalpflege, Museen und Hochschulen ein ebenso detailliertes wie lebensnahes Bild von den „Menschen, Zeiten und Räumen“ der Vergangenheit zeichnen können.

# Ein Magnetfeld mit Herz

*Neue Möglichkeiten für die medizinische Diagnostik: Um die Leistung des menschlichen Herzens zu messen, werden dessen magnetische Signale aufgezeichnet*

**H**erzerkrankungen stellen ein wesentliches Problem in Industrieländern und zunehmend auch in Entwicklungsländern dar. Denn ein großer Teil der Todesfälle ist auf sie zurückzuführen. Für die Diagnose von Erkrankungen des Herzens existiert eine Reihe von Verfahren, von denen das Abhören der Herztöne und das Aufnehmen des Elektrokardiogramms (EKG) nur die bekanntesten sind. In den letzten Jahren wurde verstärkt eine neue, viel versprechende Methode der Herzdiagnostik untersucht: die Magnetokardiografie (MKG). Statt wie beim EKG die elektrischen Signale des Herzens abzuleiten, werden dabei die zugehörigen magnetischen Signale aufgezeichnet. Mit dieser harmlosen und berührungsfreien Methode können im Vergleich zu EKGs zum Teil ähnliche oder bessere Informationen gewonnen werden. Dass die Magnetokardiografie noch nicht allgemein verbreitet ist, liegt bislang daran, dass Magnetfelddetektoren eingesetzt werden mussten, die eine Kühlung bis nahe an den absoluten Nullpunkt erfordern – ein teures und umständliches Verfahren. Unsere Arbeitsgruppe an der Universität Fribourg in der Schweiz hat im letzten Jahr eine neue Technik entwickelt, die bei Zimmertemperatur funktioniert und damit die MKG auch außerhalb spezieller High-Tech-Medizinzentren einsetzbar macht.

Der Physiker geht zunächst von einem vereinfachten Bild der physiologischen Vorgänge aus: So stellt er sich das Herz etwa als einen blutgefüllten Muskel in Form eines Hohlzylinders vor. Deckel und

Boden können mit den Herzklappen als Ventilen verschlossen werden. Die Muskelzellen sind von einer Salzlösung umspült, die gegenüber dem Zellinneren leicht elektrisch geladen ist. An einem Zylinderende sitzt ein Nervenknotten, der etwa einmal pro Sekunde einen elektrischen Impuls erzeugt. Dieser kehrt lokal die elektrische Spannung zwischen Zellinnen- und -außenseite um, was die Muskelzelle kontrahieren lässt. Während dieser Entladung erreicht ein klei-

genannt wird. Der elektrische Stromkreis wird durch einen verteilten Rückstrom im umgebenden Medium geschlossen. Die typische Stromstärke beträgt nur etwa ein bis zehn Mikroampere.

Ein physikalisches Gesetz besagt, dass der Primärstrom von einem Magnetfeld umgeben ist, bestehend aus Feldlinien, die als konzentrische Ringe den Strompfad umgeben. Das Feld des Rückstroms ist dagegen vernachlässigbar klein. Während der Kontraktion des Herzens findet man deshalb außerhalb des Brustkorbs ein Muster aus annähernd kreisförmigen Feldlinien, die an einer Seite aus der Brust austreten und in einigem Abstand wieder in sie zurücklaufen.

Doch dieses Bild des Physikers ist vereinfacht: In Wirklichkeit besteht das Herz aus vier Kammern, keine davon ist zylindrisch. Es gibt zwei getrennte Blutkreisläufe – einen für die Lunge sowie einen für das Herz selbst und den restlichen Körper. Zudem ist der Mechanismus der Impulserzeugung erheblich komplizierter. Dadurch findet man für das



ner Anteil des Stroms die benachbarten Zellen, die dadurch ebenfalls entladen werden und sich zusammenziehen. Auf diese Weise entsteht eine Kontraktion des Hohlzylinders, die das Blut in den Kreislauf drückt und einen schwachen Ionenstrom schafft, der Primärstrom

reale Magnetfeld eines gesunden Herzens eine komplizierte, aber charakteristische Orts- und Zeitabhängigkeit.

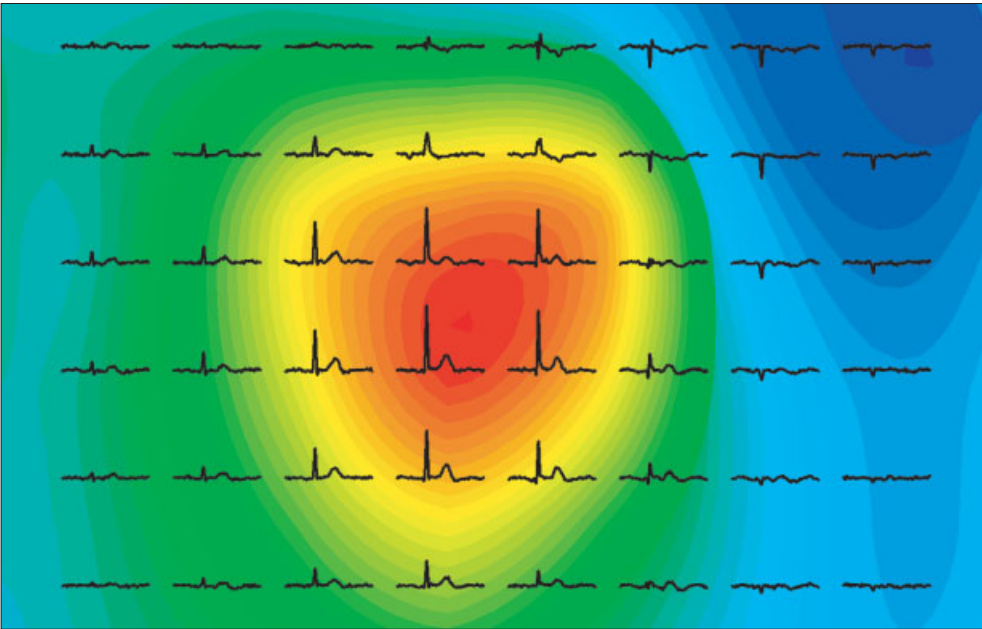
Das Magnetfeld des menschlichen Herzens ist sehr schwach: unmittelbar außerhalb des Brustkorbs erreichen die stärksten Sig-



nalspitzen gerade ein Millionstel der Stärke des Erdmagnetfeldes. Daher sind für die Magnetokardiografie sehr empfindliche Magnetfelddetektoren erforderlich. Seit den 1970er Jahren werden für biomagnetische Messungen üblicherweise supraleitende Quanteninter-

ten vor dem Brustkorb oder durch Verwenden eines Rasters von mehreren nebeneinander liegenden und gleichzeitig ausgelesenen Sensoren. Die Art, wie sich die so ermittelte Feldverteilung im Verlauf einer Periode des Herzschlags verändert, hat sich dabei als ein wichtiges diagnos-

Ein konkurrenzfähiges Magneto-kardiometer muss eine Empfindlichkeit von einem Pikotesla Magnetfeldstärke im Millisekundenbereich bei einer räumlichen Auflösung von ein bis zwei Zentimetern erreichen. Dazu wurde eine neu entwickelte Variante eines so genannten optisch gepumpten Magnetometers verwendet. Dabei wird als Messprinzip ausgenutzt, dass jedes Atom in einem Cäsiumdampf bei Zimmertemperatur wie ein kleiner Magnet wirkt. Durch Einstrahlen von Laserlicht werden alle Magnete im Dampf ausgerichtet und kreiseln dann um die lokale Magnetfeldrichtung, unterstützt von einem rotierenden Radiofrequenzfeld. Von den Atomen wird dabei die Intensität des durch den Dampf durchtretenden Laserlichts im gleichen Takt moduliert. Die Kreiselfrequenz ist proportional zur Magnetfeldstärke und kann durch Beobachtung der Intensitätsmodulation des Laserstrahls nach Durchtritt durch die Dampfzelle gemessen werden. Eine experimentelle Schwierigkeit ist dabei das Erreichen der erforderlichen Präzision bei einer Zeitauflösung von wenigen Millisekunden. Denn um das Herzmagnetfeld zu messen, muss eine Änderung der Kreiselfrequenz von wenigen Hunderttausendstel eines Prozents nachgewiesen werden.



Die Magnetokardiografie zeichnet magnetische Signale des Herzens berührungsfrei auf. Die Kurven zeigen die räumliche und zeitliche Verteilung der Magnetfeldstärke.

ferenzdetektoren eingesetzt. Diese haben jedoch den großen Nachteil, dass sie je nach Bauart auf -196 Grad Celsius oder sogar -269 Grad Celsius abgekühlt werden müssen. Solches ist nur mit vergleichsweise hohen Energie- und Logistikkosten möglich, weil in der Regel aufwendig verflüssigte Gase als Kühlmittel eingesetzt werden müssen.

Ein einfaches Magnetokardiogramm kann aufgenommen werden, indem der Sensor unmittelbar vor den Brustkorb gehalten wird und der Zeitverlauf des Magnetfeldes registriert wird. Diese Kurven sehen auf den ersten Blick ähnlich wie EKGs aus. Aussagekräftiger ist ein Bild der räumlichen Verteilung der Magnetfeldstärke, gewonnen zum Beispiel durch aufeinander folgendes Messen an mehreren Punk-

tisches Hilfsmittel herausgestellt. Im Vergleich zum Herzfeld können typische Störmagnetfelder zum Beispiel von Aufzügen oder anderen eisenhaltigen oder elektrisch betriebenen Geräten sowie die schnellen Schwankungen des Erdmagnetfeldes selbst tausendfach stärker sein. Wichtig ist daher, den Einfluss solcher Störfelder zu unterdrücken. Traditionell geschieht dies dadurch, dass die Messung in einem speziellen, magnetisch abgeschirmten Raum durchgeführt wird. Eine Alternative zu teuren Abschirmkammern sind Anordnungen aus mehreren Sensoren hintereinander, so genannten Gradiometern. Dabei befindet sich im einfachsten Falle ein Sensor direkt am Brustkorb, ein zweiter ein paar Zentimeter entfernt. Da das Herzmagnetfeld relativ schnell mit der Entfernung vom Brustkorb abnimmt, registriert der zweite Sensor praktisch nur noch die Störfelder. Da diese an beiden Sensoren ungefähr gleich sind, bleibt in der Differenz nur das Herzsignal übrig.

Zur Reduktion des Einflusses äußerer Störfelder im Demonstrationsaufbau wurde deshalb das Kardiomagnetometer in einem partiell magnetisch abgeschirmten Raum betrieben. Eine weitere Reduktion wird durch ein magnetisches Gradiometer aus zwei Sensoren erreicht. Um Karten der Magnetfeldverteilung anzufertigen, wird der Proband unter dem Sensor an verschiedene Positionen geschoben. Dort wird jeweils eine kurze Zeitreihe des Magnetokardiogramms aufgenommen. Aus diesen Datenreihen kann im Computer eine Karte der Feldverteilung für jeden Zeitpunkt während des Herzschlages erstellt werden. In vielen Fällen liefert das Magnetokardiogramm Informationen, die denen des EKGs entsprechen. Von der kli-

nischen Forschung sind darüber hinaus in den letzten Jahren verschiedenste Erkrankungen identifiziert worden, bei denen das MKG gegenüber dem EKG deutliche Vorteile zeigt. Dies wird besonders evident in Fällen, bei denen das EKG trotz Vorhandenseins eines kardiologischen Problems normal und unauffällig aussieht, das MKG aber verändert ist. Dazu gehören zum Beispiel das so genannte Wolff-Parkinson-White-Syndrom sowie die Zeit ein paar Stunden nach einem Herzinfarkt. Weiterhin kann das Auftreten von Ringströmen im Herzen, deren Vorhandensein bei gewissen schweren Herzrhythmusstörungen vermutet wird, aus physikalischen Gründen keinen Beitrag zum EKG, wohl aber zum MKG liefern. Auch für die Lokalisierung von arrhythmischen Zentren am Herzmuskel, wichtig im Vorfeld eines chirurgischen Eingriffs, hat sich eine magnetische Karte als besser geeignet gezeigt als eine elektrische Karte.

Bisher konnten die Vorteile der Magnetokardiografie nur an wenigen ausgesuchten High-Tech-Medizinzentren zum Tragen kommen, denn der technische, logistische und finanzielle Aufwand für Installation und Betrieb ist zu hoch für ein gewöhnliches Krankenhaus oder gar eine kardiologische Praxis. Mit der neuen Technik wird dieser Aufwand so weit reduziert, dass Magnetokardiografie auch für den niedergelassenen Arzt oder entlegene Krankenhäuser erschwinglich und praktikabel sein kann. Da die Magnetokardiografie an sich berührungslos ist, werden so auch Reihenuntersuchungen der Bevölkerung, wenn das System zur Marktreife gelangt ist, grundsätzlich möglich. Die zu erwartenden Vorteile für die allgemeine Gesundheit liegen auf der Hand.

*PD Dr. Robert Wynands  
Dipl.-Phys. Georg Bison  
Prof. Dr. Antoine Weis  
Universität Fribourg/Schweiz*

Die Studien wurden unter anderem durch ein Heisenberg-Stipendium der DFG unterstützt. ► [www.unifr.ch/physics/frap/Projects/Magnetometrie/cardio\\_mag.html](http://www.unifr.ch/physics/frap/Projects/Magnetometrie/cardio_mag.html)

12



# Des Kaisers Wasser-Werke

*Die weitläufige Residenz Kaiser Hadrians beeindruckt noch heute. Wie die Anlage mit Wasser versorgt wurde, ist nicht nur für Archäologen aufschlussreich*

**E**twa 25 Kilometer östlich von Rom liegt unterhalb von Tivoli – dem antiken Tibur – die Villa Adriana. Diese Anlage von ursprünglich gewaltigen Dimensionen diente Kaiser Hadrian, der zwischen 117 und 138 nach Christus regierte, als Residenz – mit weitläufig um Säulenhöfe und Gärten gruppierten Wohnräumen, Prunksälen, Säulenhallen und einem Theater. Neben Thermen ist die Villa noch von zahlreichen weiteren wassertechnischen Einrichtungen wie Zierbecken, Brunnen- und Gartenanlagen oder Fischteichen und

Latrinen geprägt. Woher aber das Wasser kam, das zum Betrieb dieser bislang nur unvollständig ausgegrabenen Anlagen nötig war, wie es geleitet, gesteuert, genutzt und schließlich entsorgt wurde, ist bislang völlig ungeklärt. Im Rahmen eines interdisziplinären Projekts gehen Wissenschaftler verschiedener Fachrichtungen aus mehreren Ländern diesen Fragen erstmals nach. Die im Februar 2003 in der berühmten Ruinenstätte durchgeführte Untersuchungskampagne hat neue Ergebnisse ans Licht gebracht: Etwa parallel zur Villa Adri-





Die Villa Adriana bei Tivoli ist berühmt für ihre Thermen, Zierbecken, Brunnen und Teiche. Das so genannte Serapeum für Empfänge des Kaisers (rechts im Hintergrund) wartete mit ausgefeilten hydraulischen Installationen auf. Auch alle Gebäude der Villa Adriana – unten ein Modell – verfügten über Fließwasserinstallationen.

außerdem, dass der mit sechzig Zentimetern (zwei Römischen Fuß) ohnehin schon ungewöhnlich dicken Mauer (Wohnhäuser hatten in der Regel eine Mauerstärke von  $1\frac{1}{2}$  Römischen Fuß) eine weitere Mauer- schale aus dem für die römische Kaiserzeit typischen Netzmauerwerk vorgesetzt war. Diese ist aber fast vollständig abgebrochen. Die ursprüngliche Wandstärke belief sich somit auf insgesamt neunzig Zentimeter (drei Römische Fuß). Auf der gegenüberliegenden Hang- seite wurde dieselbe Mauerstärke festgestellt, während die beiden Längswände nicht so tief freigelegt werden konnten, dass eine gesicherte Aussage über ihr ursprüngliches Maß möglich ist.

So gibt es keinen Zweifel daran, dass dieses Bauwerk als Wasserbecken konzipiert und gebaut worden war. Weil an den freigelegten Innenflächen aber keinerlei Spuren von Sinter, das heißt Kalkablagerungen, zu erkennen waren, muss vorerst offen bleiben, ob das Bauwerk tatsächlich als Wasserbecken genutzt wurde. In jedem Fall ist es in einer zweiten Phase einer ande-

ana, die auf einer langgestreckten Erhebung angelegt wurde, verlaufen in nur etwa 1,2 Kilometer Entfernung weit oberhalb des Niveaus der Kaiserresidenz vier der großen altrömischen Fernwasserleitungen. Sie tragen berühmte Namen: Aqua Anio Vetus, Aqua Marcia, Aqua Claudia und Aqua Anio Novus. Der Gedanke, dass die Villa Adriana aus einem dieser Kanäle mit Wasser versorgt wurde, ist schon früh diskutiert, aber nie weiter verfolgt worden.

Mauerreste, die im Bereich dieser Leitungen gefunden wurden und zu einem Einlaufbecken einer von dort zur Villa Adriana laufenden Druckleitung gehört haben könnten, boten einen ersten Untersuchungsansatz. Nach partieller Freilegung erwiesen sich die vorher nur oberirdisch sichtbaren Mauerreste als Teile eines rechteckigen Bauwerkes, dessen lichte Länge und Breite exakt zehn beziehungsweise zwanzig Römische Fuß (ein Fuß sind 29,6 Zentimeter) betragen. Dass es sich ursprünglich um ein Wasserbecken gehandelt haben muss, belegen der Verputz aus wasserfestem Mörtel und die so genannten Viertelstäbe aus demselben Material sowohl in den Gebäudeecken als auch an den

Übergängen von den Wänden zur Sohle. Letztere sind Dichtungselemente, die in Wasserbauwerken zum Stand römischer Bautechnik gehörten. Außerdem befindet sich in Sohlennähe der talseitigen Stirnmauer ein tropfenförmiger Wanddurchlass von sieben Zentimetern Durchmesser. Er weist im chemischen Test eine eindeutige Verbindung des Mörtels mit Bleionen auf. Offensichtlich war hier ein Bleirohr durch die Wand hindurchgeführt worden. Die Freilegung dieser Wand bis zum Fundament ergab





ren Funktion zu-  
geführt worden,  
denn innerhalb  
und außerhalb  
des Beckens wur-  
den im Aushub  
dekorierte Putz-  
fragmente gefun-  
den, ebenso auf  
der zum Teil frei-  
gelegten Innen-  
wand der Hang-  
seite. Für eine  
nachträgliche  
Funktionsände-  
rung sprechen  
auch zwei groß-  
flächige Mauer-  
ausbrüche: Ein  
Ausbruch in der  
talseitigen Wand  
könnte darauf  
hinweisen, dass  
hier große Blei-



rohre einer Druckleitung zur Villa Adriana aus dem Becken herausstraten. Andererseits aber hat diese Maueröffnung mit 180 Zentimeter Breite ein „glattes“ Maß von sechs Römischen Fuß (bei einer Gesamtmauerlänge von zehn Römischen Fuß), was eher gegen eine zufällig entstandene Ausbruchsöffnung durch gewaltsames Entfernen von Bleirohren spricht. Eine weitere Maueröffnung in einer Längswand ist sorgfältig mit nahezu lotrechten Wangen aus der Mauer ausgebrochen. Sie weist mit 105 Zentimeter Breite ein typisches Maß für Türdurchbrüche in damaligen Wohnhäusern auf.

Es erscheint also möglich, dass das ursprünglich als Becken konzipierte Bauwerk nach einer derzeit nicht zu bestimmenden Zeit eine andere Funktion hatte, vielleicht als Wohnraum, nachdem es auf der Talseite mit einem Fenster und, gleich um die Ecke in der Längsmauer, mit einer Tür versehen sowie im Inneren dekoriert worden war.

In geringer Entfernung zur Hangwand verläuft oberhalb im Gelände ein Mauerzug, der sich als Gewölbe der Fernwasserleitung Aqua Marcia erwies. Im Bereich zwischen dem Becken und dieser Wasserleitung kam im Verlauf der Untersuchungen eine weitgehend zerstörte, aber noch eindeutig identifizierbare

Sohle eines kleinen Kanals zum Vorschein, dessen Seitenwangen nur noch ansatzweise erkennbar sind. Diese Kanalsohle läuft auf die Nordostecke des Beckens zu. Weil die Beckenmauer selbst ab dieser Höhe zerstört ist, kann nicht eindeutig entschieden werden, ob der Kanal in das Becken einmündete oder ob er bei dessen Bau von der Wand geschnitten und damit funktionslos wurde.

**U**nmittelbar vor der Aqua Marcia ist dieser Kanal restlos zerstört. Hier wurden unter einer mit Erdreich und Schutt gefüllten Mulde Mauerreste freigelegt, die zu einem kleinen Bassin gehört haben könnten. Eine genauere Untersuchung enthüllte, dass dieser kleine Kanal einen tiefer liegenden Vorgänger hatte, der einen noch kleineren Querschnitt aufweist, fast vollständig versintert ist und das Fundament der höher liegenden Rinne bildet. Wegen der Überdeckung durch den jüngeren Kanal konnte sein Verlauf nicht weiter verfolgt werden. Es wurde aber deutlich, dass er weder beim Bau des jüngeren Kanals noch beim Bau des Beckens weiter in Betrieb gewesen sein kann.

Römische Kanäle waren meist zu Wartungszwecken begehbar, aber der Wasserspiegel in ihnen lag ver-

Wie wurden die Großen Thermen (oben) und die übrigen Brunnen- und Teichanlagen mit Wasser gespeist? Das Wasserleitungssystem der Villa Adriana war komplex und wirft viele Fragen auf.

Rechts: Ein Querschnitt durch zwei Ableitungskanäle zeigt oben den jüngeren, unten den älteren mit einem kleineren Durchmesser. Ausgrabungen bringen eine Auslassöffnung mit einem Becken zur Abbremsung des Fließwassers zum Vorschein.

gleichsweise niedrig. An einer zugänglichen Stelle der Aqua Marcia oberhalb des Untersuchungsbereiches zeigte sich, dass die in diesem Abschnitt manns hohe Leitung vollständig versintert ist, möglicherweise aufgrund künstlicher Maßnahmen. Der Grund dafür wurde bald sichtbar: Sehr hoch im Gewölbe der talseitigen Wange der Aqua Marcia gibt es eine jetzt dreieckige Öffnung, die in der Tiefe vollständig versintert ist. Auch die Außenseite des Mauerwerks, sogar oberhalb der Öffnung, ist mit einer Sinterschicht bedeckt. Offensichtlich stand das Wasser im Kanal unter Druck und floss zuerst mit größerer Geschwindigkeit durch die Öffnung in das erwähnte Bassin, bevor es dann durch einen – in der ersten Phase tiefer liegenden kleineren, in der zweiten Phase höher liegenden größeren – Kanal weitergeleitet wurde.



Nach eingehender Untersuchung der Sinterschicht auf dem Mauerwerk und in der Öffnung zeigte sich, dass ursprünglich eine rechteckige Öffnung von 30 auf 45 Zentimeter Größe regulär in das Mauerwerk eingefügt war, die durch die Sinterbildung eine dreieckige Form angenommen hat. Die glatte Umrechenbarkeit dieser Maße in ein beziehungsweise eineinhalb Römische Fuß deutet darauf hin, dass es sich hier nicht um einen der berühmtesten, schon von dem römischen Fachschriftsteller Frontin (etwa 30 bis 100 nach Christus) mehrfach beklagten Fälle von Wasserdiebstahl durch Anzapfen einer Leitung handelt. Stattdessen geht es um eine geplante Ableitung, bei der anscheinend durch künstliche Maßnahmen im Inneren der Aqua Marcia ein möglichst hoher Druck angestrebt



worden war. Eine erste Abschätzung ergab, dass hier bis zu etwa einhundert Liter Wasser pro Sekunde entnommen worden sein dürften.

Handelt es sich bei dieser Ableitung um den gesuchten Abzweig der Villa Adriana? Ist das gefundene Becken das Einlaufbecken einer hier beginnenden Druckleitung, die das Wasser mit einem oder mehreren Bleirohren auf den gegenüberliegenden Hang der Residenz führte? Reichte die Wassermenge zur Versorgung der vielen hydrotechnischen Einrichtungen dort aus?

Auf der Basis des derzeitigen Wissens ist keine dieser Fragen eindeutig zu beantworten. Gesichert erscheint nur, dass es hier eine planmäßige, wassertechnisch gut durchdachte Ableitung aus der Aqua Marcia gegeben hat. Aber schon mit den Ableitungskanälen wird die Situation kompliziert: Es muss in einer ersten Phase einen recht kleinen Kanal gegeben haben, der etwas weiter nach Südwesten ausgerichtet war als der auf ihm aufsitzende neuere Kanal (zweite Phase), der eher nach Westen zielte. Wenn der Kanal der zweiten Phase in das Becken einmündete, gehört dieses Becken ebenfalls zur zweiten Phase. Seine andersartige Nutzung nach dem Umbau wäre in diesem Fall als eine dritte Phase anzusehen. Dann dürfte hier aber kein Wasser mehr aus der



Aqua Marcia entnommen worden sein. Dagegen spricht, dass die Auslassöffnung nicht mit Mauerwerk, sondern durch Sinterablagierungen aus dem Wasser verschlossen ist.

Wenn das Becken aber als völliger Neubau anzusehen ist, der die beiden älteren Ableitungskanäle geschnitten und zerstört hat (dritte Phase), dann müsste es auch in der Weiterleitung vom erwähnten Bassin an der Aqua Marcia zum neuen Einlaufbecken der Druckleitung eine dritte Entwicklungsstufe gege-

ben haben, von der jedoch nichts mehr zu erkennen ist. Der Umbau des Beckens müsste dann als Beginn einer vierten Phase definiert werden. Noch ist offen, ob die hier sichtbar werdenden Phasen der Bauwerke an der Wasserentnahmestelle mit der baulichen Entwicklung der hydrotechnischen Anlagen der Villa Adriana in einen logischen Zusammenhang gebracht werden können.

**A**uch die Frage, ob die hier zu entnehmende Wassermenge den Bedarf der Villa Adriana gedeckt haben kann, ist derzeit nicht zu beantworten. Der geschätzte Durchfluss entspricht beispielsweise in etwa dem Vierfachen der Wassermenge, die die etwa 10 000 Einwohner Pompejis in der Kaiserzeit durch ihre Fernleitung bekamen. Zudem handelt es sich beim Wasser der Aqua Marcia nach Einschätzung des zeitgenössischen römischen Autors Frontin um Wasser der höchsten Qualität. Außerdem gibt es wohl keinen Abnehmer in der näheren Umgebung, dem der Kaiser eine derart große Menge davon zugestanden haben dürfte. Andererseits aber ist völlig unklar, wie viel Wasser in der Villa Adriana gebraucht wurde, ob es hier genügend Speicherraum in Reservoirs gab oder ob das Wasser in der am Hang liegenden Anlage zwischengespeichert und dadurch mehrfach genutzt werden konnte. Bei der Vielzahl und Größe der hydrotechnischen Einrichtungen mag die Wassermenge dieser Ableitung vielleicht doch eher gering erscheinen, könnte aber zusammen mit dem Wasser, das möglicherweise aus anderen Aquädukten herangeführt wurde, ausgereicht haben. Fazit: Die Arbeiten erbringen zwar ein außerordentlich interessantes und vielversprechendes Ergebnis, werfen aber gleichzeitig ein Bündel neuer Fragen auf.

*Prof. Dr.-Ing. Henning Fahlbusch  
Dr. Hubertus Manderscheid  
Dr. Christoph Ohlig  
Fachhochschule Lübeck*

Das Projekt wird von der DFG im Normalverfahren gefördert.

# Forschungsförderung gemeinsam verantworten

*Winnacker sieht Bund und Länder auch weiterhin in der Verantwortung – Stoiber bekräftigt die Rolle von Wissenschaft und Forschung für den Standort Deutschland – Catenhusen plädiert für den Wettbewerb der Hochschulen*

**P**lanungssicherheit und Autonomie für die Wissenschaft hat der Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Professor Ernst-Ludwig Winnacker, in seiner Ansprache im Rahmen der Festveranstaltung bei der diesjährigen Jahresversammlung der DFG in Würzburg gefordert. Die „Überrollung“ des Forschungshaushaltes für 2003 und die noch andauernde Diskussion um die Neuverteilung der Kompetenzen in der Forschungsförderung stellten die verlässlichen Rahmenbedingungen in Frage und verunsicherten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Noch nie, so betonte Winnacker, seien die Bewilligungsquoten von Förderanträgen so niedrig gewesen wie derzeit. Insofern begrüßte er die Regierungserklärung des Bundeskanzlers vom 14. März 2003, in der dieser eine dreiprozentige Steigerung der Haushalte der großen Forschungsorganisationen angekündigt hatte.

Der DFG-Präsident sprach sich zugleich nachdrücklich für die Fortsetzung der Zusammenarbeit von Bund und Ländern bei der Forschungsförderung aus. Er bezeichnete die Gemeinschaftsaufgabe Forschungsförderung als das Scharnier, „an dem sich Bund und Länder zusammenfinden, um sich miteinander abzustimmen in Dingen, die man nicht alleine schultern kann“.

Einen Beleg für die Reformbereitschaft und -fähigkeit der DFG stelle das neue Gutachtersystem dar, das mit dem kommenden Jahr eingeführt werde. Es sieht unter anderem eine klare Trennlinie vor zwischen

16 Begutachtung einerseits und Be-



Ministerpräsident Dr. Edmund Stoiber richtete bei der Festveranstaltung ein Grußwort an die Teilnehmer der DFG-Jahresversammlung. Oben: Abendlicher Empfang des Bayerischen Staatsministers für Wissenschaft, Forschung und Kunst, Hans Zehetmair, im Gartensaal der Residenz.

wertung andererseits. Die Fachkollegien, die für die zweite Stufe dieses Verfahrens zuständig sind, werden angehalten, nicht nur auf höchste Qualität zu achten, sondern gleichzeitig auch innovative, interdisziplinäre Forschungsansätze zu berücksichtigen.

Moderne Wissenschaft und ihre Förderung seien, so Winnacker, ohne kritische und kontroverse Be-







gleitung nicht zu denken. Bei den rasanten Fortschritten im Umfeld der Reproduktionstechniken sei die öffentliche Kritik besonders deutlich. Der DFG-Präsident verwies in diesem Zusammenhang auf die unterschiedlichen Einstellungen in anderen europäischen Ländern und betonte, das Zusammenwachsen Europas auf dem Gebiet der Wissenschaft könne auch in Deutschland den Umgang mit den Reproduktions- und Klontechnologien beeinflussen. Im direkten Wettbewerb der verschiedenen Ansätze werde sich am Ende zeigen, „wohin die Reise gehen könnte“.

Deutliche Worte fand der DFG-Präsident zu bekannt gewordenen Fällen von Fehlverhalten in der Wissenschaft. Er vertraue darauf, dass das System zur Selbstkorrektur in der Lage sei. Mit der Einrichtung einer Ombudsstelle und der Bedingung, dass Forschungseinrichtungen nur gefördert werden, wenn sie Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis entwickeln und einhal-

Die Festveranstaltung im Rahmen der Jahresversammlung fand in der Neubaukirche der Alten Universität Würzburg statt. Für musikalische Untermalung sorgten die Würzburger Bläsersolisten unter der Leitung von Professor Martin Göss. Professor Eckart Altenmüller (unten links) hielt den Festvortrag „Von Lätoli nach Carnegie: Musizieren als Wunder der Neuroplastizität“ und begleitete seine Ausführung auf der Querflöte.





Die Mitgliederversammlung der Deutschen Forschungsgemeinschaft hat im Rahmen der Jahrestagung DFG-Präsident Prof. Ernst-Ludwig Winnacker für eine dritte Amtsperiode vom 1. Januar 2004 bis zum 31. Dezember 2006 bestätigt. Nach Gerhard Hess und Julius Speer steht Winnacker damit als dritter Präsident der DFG über drei Amtszeiten vor. Darüber hinaus hat die Mitgliederversammlung einen neuen Vizepräsidenten gewählt und Nachwahlen zum Senat vorgenommen. Prof. Dr. Jörg Hinrich Hacker (unser Foto), Institut für Molekulare Infektionsbiologie der Universität Würzburg, nimmt als neuer Vizepräsident den Platz von Prof. Dr. Bärbel Friedrich, Institut für Biologie der Humboldt-Universität zu Berlin, ein. Nach sechsjähriger Mitgliedschaft im Präsidium konnte Bärbel Friedrich nicht wiedergewählt werden. Jörg Hinrich Hacker, Jahrgang 1952, wurde 1979 an der Universität Halle promoviert und habilitierte sich 1986 in Würzburg. 1993 übernahm er dort den

Lehrstuhl für Molekulare Infektionsbiologie.

Turnusgemäß wählte die Mitgliederversammlung neue Senatorinnen und Senatoren. Für zunächst drei Jahre wurden folgende Professorinnen und Professoren gewählt: Manfred Prenzel (Erziehungswissenschaft), Universität Kiel; Axel Honneth (Sozialphilosophie), Universität

Jahre in ihrem Amt bestätigt: Elisabeth Knust (Entwicklungsgenetik), Universität Düsseldorf; Martin Röllinghoff (Klinische Mikrobiologie, Immunologie und Hygiene), Universität Erlangen-Nürnberg; Elmar W. Weiler (Pflanzenphysiologie), Universität Bochum; Gerd Litfin (Optik/Optoelektronik), LINOS AG, Göttingen.

Aus dem Senat ausgeschieden sind die Professoren: Jürgen Baumert (Erziehungswissenschaften), Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin; Wilhelm Vossenkuhl (Philosophie und Wissenschaftstheorie), Universität München;

Gerhard Heldmaier (Tierphysiologie), Universität Marburg; Jürgen Zeddies (Landwirtschaftliche Betriebslehre), Universität Hohenheim; Friedrich Schott (Physikalische Ozeanografie), Universität Kiel; Friedrich A. Seifert (Mineralogie/Petrologie), Universität Bayreuth; Hartmut Worch (Werkstoffwissenschaften), TU Dresden.

► [www.dfg.de/dfg\\_im\\_profil/struktur/gremien/senat/](http://www.dfg.de/dfg_im_profil/struktur/gremien/senat/)

## Wahlen zu Präsidium und Senat



Frankfurt/Main; Monika Hilker (Angewandte Zoologie/Ökologie der Tiere), Freie Universität Berlin; Bertram Brenig (Molekularbiologie der Nutztiere), Universität Göttingen; Martin Claußen (Atmosphärenforschung), Universität Potsdam; Roland Mäusbacher (Geowissenschaften), Universität Jena; Detlef Löhe (Werkstoffkunde), Universität Karlsruhe.

Folgende Professorinnen und Professoren wurden für weitere drei

ten, habe die DFG ihrerseits Maßnahmen ergriffen, um wissenschaftlichem Fehlverhalten vorzubeugen, es aufzudecken und zu ahnden. Eindringlich mahnte Winnacker, jeder Fall wissenschaftlichen Fehlverhaltens nahe an der Glaubwürdigkeit des gesamten Systems: „Und Glaubwürdigkeit ist das Wichtigste, für das die Wissenschaft steht.“

Der bayerische Ministerpräsident Edmund Stoiber beglückwünschte den DFG-Präsidenten zu seiner Wiederwahl. Winnacker sei einer seiner engsten Berater in Fragen von Wissenschaft, Forschung und Entwicklung. Mit Nachdruck trat Stoiber für die Anliegen der Wissenschaft ein: „Forschungsförderung nach Kassenlage“ gefährde den Forschungsstandort, insgesamt müsse ein anderes Klima geschaffen werden gegenüber naturwissenschaftlichen Themen, Ergebnissen und Entscheidungen. Im Zu-

sammenhang mit der Diskussion um die Neuverteilung der Zuständigkeit für die Forschungsförderung zwischen Bund und Ländern kritisierte Stoiber, dass der Bund sich den alleinigen Einfluss auf die „Filetstücke“ der Forschung sichern wolle. Eine Entflechtung zu Lasten der Länder sei unannehmbar. Heute, so Stoiber, sei Deutschland im Unterschied zu früher ein „Nettopatentimporteur“. Ehrgeiz und die Anerkennung von Leistung seien daher notwendig, wenn Deutschland seine Spitzenposition erhalten wolle.

Der neu ernannte Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung, Wolf-Michael Catenhusen, betonte in seiner Ansprache, dass sich auch Wissenschaft und Forschung den Erfordernissen der Zeit anpassen müssten. Durch den tiefgreifenden Strukturwandel in diesem Bereich

seien die Gestaltungsspielräume der Hochschulen erweitert worden, und die Universitäten nutzten diese Möglichkeiten, um ihr Profil zu schärfen und sich dem europäischen und weltweiten Wissenschaftswettbewerb zu stellen. Das Hochschulförderranking der DFG bereite in diesem Kontext eine „kreative Unruhe“, es belebe den Wettbewerb der Hochschulen untereinander und befördere eine intensivere Leistungsorientierung. Catenhusen unterstützte die anvisierte jährliche dreiprozentige Erhöhung der finanziellen Mittel für die großen Forschungsorganisationen und auch das von den Regierungschefs 2000 in Lissabon vereinbarte Ziel, einen dreiprozentigen Anteil der Forschungsinvestitionen am Bruttoinlandsprodukt zu erreichen. Zur derzeit diskutierten Frage der Verteilung der Forschungsförderung zwischen Bund und Ländern meinte der Staatsse-



kretär, die Zuordnung sei „auf ihre Zweckmäßigkeit hin zu untersuchen“.

Die Präsidentin der Kultusministerkonferenz und hessische Bildungsministerin Karin Wolff betonte in ihrem Grußwort die Bedeutung der Graduiertenkollegs und speziell die der internationalen Kollegs der DFG. Bisher werde zu oft über Mindeststandards gesprochen; sie forderte, mehr über Exzellenz und Hochbegabung zu sprechen. Als weitere wichtige Punkte hob die Ministerin die Vernetzung der Forschung, interdisziplinäre Forschungen und die zeitnahe Umsetzung von Forschungsergebnissen hervor. Zu den Zuständigkeiten bei der Forschungsförderung äußerte sich Frau Wolff eindeutig: Forschungsförderung solle in gesamtstaatlicher Verantwortung bleiben.

Den Festvortrag hielt Professor Eckart Altenmüller, Direktor des Instituts für Musikphysiologie und Musiker-Medizin der Hochschule für Musik und Theater Hannover. Unter dem Titel „Von Lätoli nach Carnegie: Musizieren als Wunder der Neuroplastizität“ stellte er nicht nur dar, wie sich im Laufe der Geschichte die menschlichen Fähigkeiten zum Musizieren entwickelten und sich entsprechend auch der Körper anpasste, er „untermalte“ seine Ausführungen auch live mit der Querflöte.

Die Ansprachen der Jahresversammlung dokumentieren wir im „Exkurs“ in der Mitte des Heftes.

# Investitionen in die Wissenschaft

*Der Forschungsstandort Deutschland benötigt wissenschaftliche Exzellenz, interdisziplinäre Zusammenarbeit und internationale Vernetzung*

Sich verschärfende finanzielle Rahmenbedingungen, ein härter werdender internationaler Wettbewerb um die besten Köpfe und die zunehmende Komplexität und Interdisziplinarität wissenschaftlicher Fragestellungen bilden die zentralen Parameter für das künftige Förderhandeln der DFG.“ Dies unterstreicht DFG-Präsident Professor Ernst-Ludwig Winnacker in seinem Vorwort zum Jahresbericht 2002. Die Aufkündigung der im Juni beschlossenen Erhöhung des Haushalts der DFG um 3,5 Prozent durch den Bund im November 2002 und die stattdessen angekündigte Überrollung der Haushalte der Forschungsförderorganisationen konnte durch intensive Verhandlungen auf Bundes- und Länderebene in den Erhalt einer 2,5-prozentigen Haushaltssteigerung der DFG gewandelt werden, so Winnacker. Die DFG werde sich

auch in den kommenden Jahren für wachsende Investitionen in Forschung und Innovation einsetzen, um die wissenschaftliche, technologische und wirtschaftliche Leistungsfähigkeit Deutschlands nachhaltig zu sichern und zu stärken.

Als eines der zentralen Ereignisse des vergangenen Jahres stellt der Präsident die Zustimmung der Mitgliederversammlung zur Satzungsänderung als Grundlage für eine Reform des DFG-Begutachtungssystems heraus. Wesentliches Element dieser Reform ist die Einführung von Fachkollegien als Nachfolgegremien der bisherigen Ausschüsse und die Sicherung ihres maßgeblichen Einflusses in allen Förderverfahren.

„Trotz der schwierigen Haushaltslage hat sich das Programm der DFG-Forschungszentren 2002 weiterhin sehr gut entwickelt“, so der DFG-Präsident weiter. Im letzten Jahr kamen zu den bereits bestehenden drei Zentren zwei neue Einrichtungen in Berlin und Göttingen hinzu. An der TU Berlin wurde das Forschungszentrum „Mathematik für Schlüsseltechnologien“ und an der Universität Göttingen das Zentrum „Molekularphysiologie des Gehirns – Molecular physiology of the brain“ eingerichtet.



Der Vizepräsident des Deutschen Akademischen Austauschdienstes und Bundesbeauftragte für internationales Hochschulmarketing, Professor Max Huber, der ehemalige Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, Professor Max Syrbe, und der DFG-Generalsekretär, Dr. Reinhard Grunwald (von links).



Die Größe der Bundesregierung überbrachte der Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung, Wolf-Michael Catenhusen.

Auch ihre Präsenz im Ausland hat die DFG im Jahr 2002 weiter ausgebaut. „Ausschlaggebend dafür waren die guten Erfahrungen, die wir mit der Einrichtung des Chinesisch-Deutschen Zentrums für Wissenschaftsförderung in Peking gemacht haben“, so Winnacker. Im Mai vergangenen Jahres nahm die zweite DFG-Außenstelle in Washington D.C. ihre Arbeit auf. „Zentrales Anliegen ist es, den zahlreichen deutschen Wissenschaftlern in den USA einen Ansprechpartner zu bieten und sich verstärkt um die Belange von Stipendiaten vor Ort zu kümmern“, heißt es weiter im Vorwort. Darüber hinaus hat das Verbindungsbüro auch die Aufgabe, die Kooperation mit amerikanischen Forschungsförderorganisationen weiterzuentwickeln. Die DFG hat im Juli dieses Jahres ein weiteres Verbindungsbüro in Moskau eröffnet. Seine Aufgaben liegen darin, sowohl die Kontakte als auch die Kooperation zwischen russischen und deutschen Wissenschaftlern sowie den entsprechenden Partnerorganisationen zu intensivieren, den gemeinsamen Forschernachwuchs zu fördern und die

wissenschaftspolitischen Entwicklungen in Russland zu verfolgen.

Auch im Hinblick auf den Aufbau eines europäischen Wissenschafts- und Forschungsraumes hat die DFG weitere wichtige Anstrengungen unternommen. So setzt sie sich in Zusammenarbeit mit anderen europäischen Research Councils weiterhin stark für eine grenzüberschreitende Forschungsförderung ein. „Konkrete Fortschritte konnten dabei durch Abkommen mit dem Österreichischen Wissenschaftsfonds und dem Schweizerischen Nationalfonds erzielt werden“, so der Präsident. Die neuen Vereinbarungen sehen beispielsweise vor, dass Fördermittel bei grenzüber-

schreitenden Berufungen mitgenommen werden dürfen. Darüber hinaus hat die DFG beschlossen, länderübergreifende Initiativen verstärkt zu fördern. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Schaffung internationaler Graduiertenkollegs und der Förderung europäischer Schwerpunktprogramme, so genannter EUROCORES, die von der European Science Foundation ausgeschrieben und koordiniert werden. Momentan ist die DFG an sechs EUROCORES beteiligt.

Im Jahr 2002 standen der DFG 1 257,5 Millionen Euro zur Verfügung. Zu berücksichtigen sind in dieser Summe 3,3 Millionen Euro aus Stiftungen und sonstigen privaten Zuwendungen sowie 1,1 Millionen Euro aus eigenen Einnahmen. 58,6 Prozent der übrigen Finanzmittel kamen vom Bund und 41 Prozent von den Ländern.

Von den im Jahr 2002 bewilligten Fördermitteln entfielen auf die Geistes- und Sozialwissenschaften 15,8 Prozent, auf die Biologie und Medizin 38,2 Prozent, auf die Naturwissenschaften 24 Prozent und auf die Ingenieurwissenschaften 22 Prozent.



Im Gespräch: Die DFG-Vizepräsidenten Professor Helmut Schwarz und Professor Jürgen Nehmer mit Antonet Winnacker, der Gattin des DFG-Präsidenten, und Inge Nehmer (von links).



Die Mittel der DFG kamen überwiegend der Forschung in den Hochschulen zugute. Für die Förderung von Einzelprojekten bewilligte die DFG 434 Millionen Euro, für Programme der direkten Nachwuchsförderung (Forschungsstipendien, Habilitanden-Stipendien, Stipendien im Heisenberg-Programm sowie Auslandsstipendien und Nachwuchsgruppen im Emmy Noether-Programm) waren es 65,8 Millionen Euro. Koordinierte Programme (Sonderforschungsbereiche, DFG-Forschungszentren, Graduiertenkollegs, Schwerpunktprogramme, Forschergruppen, Klinische Forschergruppen und Geisteswissenschaftliche Zentren) schlagen mit 698,4 Millionen Euro zu Buche, für wissenschaftliche Preise (Gottfried Wilhelm Leibniz-Programm, Gerhard Hess-Programm, Heinz Maier-Leibnitz-Preis, Eugen und Ilse Seibold-Preis, Albert Maucher-Preis und Communicator-Preis) wurde ein Betrag in Höhe von 17,3 Millionen Euro verwandt. Der Infrastrukturförderung, zu der die Hilfseinrichtungen der Forschung sowie wissenschaftliche Literaturverorgungs- und Informationssysteme gehören, kamen 48,9 Millionen Euro zugute. Für Ausschüsse und Kommissionen

### Dem Aufbau eines Forschungsraums in Europa dienen wichtige Anstrengungen der DFG

stellte die DFG 2,4 Millionen Euro bereit, Beiträge zur ergänzenden Unterstützung internationaler wissenschaftlicher Kontakte addieren sich auf 20,1 Millionen Euro.

Für 292 Sonderforschungsbereiche wurden insgesamt 359,5 Millionen Euro bewilligt, 20 Transferbereiche erhielten 2,4 Millionen Euro. Für 276 Graduiertenkollegs wurden 2002 insgesamt 75 Millionen Euro bewilligt. An diesen Kollegs waren 4 150 Stipendiaten beteiligt, davon 1578 Frauen (38,0 Prozent). Im Jahr 2002 wurden 8 873 Personenjahre für Wissenschaftler auf ganzen Stellen bewilligt (495,4 Millionen Euro) und 9 051 Personenjahre für Wissenschaftler auf halben Stellen (223,4 Millionen



Euro). Doktorandenstipendien (im Rahmen von Graduiertenkollegs) addieren sich auf 3 656 Personenjahre (40 Millionen Euro), Postdoktorandenstipendien auf 1 230 Personenjahre (34,5 Millionen Euro). Die im Jahr 2002 bewilligten Beträge verteilen sich zu 66,3 Prozent auf Personalmittel für wissenschaftliches Personal (793,3 Millionen Euro), 11,4 Prozent für nicht-wissenschaftliches Personal (136,2 Millionen Euro), 18,2 Prozent für Sachmittel (217,4 Millionen Euro) und

4,1 Prozent für Investitionsmittel (48,7 Millionen Euro). Im Jahr 2002 wurden insgesamt 601 Stipendienanträge bewilligt, darunter 164 Anträge von Frauen (27,3 Prozent). 406 Bewilligungen wurden für Forschungsstipendien, 50 für Habilitanden-Stipendien, 101 für Heisenberg-Stipendien und 44 für Auslandsstipendien im Emmy Noether-Programm ausgesprochen. Von der Möglichkeit, ein Stipendium mit einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierten Forschungsaufenthalt im Ausland zu verbinden, machten 76 Prozent aller Stipendiaten Gebrauch. Hohen Zuspruch findet diese Möglichkeit vor allem in den biologisch-medizinischen Fä-

Der Regierungspräsident von Unterfranken, Dr. Paul Beinhofer, DFG-Präsident Professor Ernst-Ludwig Winnacker und Professor Theodor Berchem, Präsident der gastgebenden Julius-Maximilians-Universität Würzburg (von links), begrüßen die Hessische Kultusministerin und Präsidentin der Konferenz der Kultusminister der Länder, Karin Wolff.

chern. Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer beträgt 14,2 Monate. Hauptzielland sind die USA (59,5 Prozent).

Zeitgleich mit dem Relaunch der englischen Website der Deutschen Forschungsgemeinschaft wurde auch die elektronische Version des DFG-Jahresberichts in einer komplett überarbeiteten Fassung vorgelegt: Die in die beiden Berichtsteile „Aufgaben und Ergebnisse“ und „Programme und Projekte“ gegliederte CD-ROM „DFG Jahresbericht 2002“ gibt einen umfassenden Einblick in die Mittelverwendung und stellt die in den Jahren 2001 und 2002 bewilligten Fördermaßnahmen vor. Alle Programm- und Projektnachweise sind über ein nach Wissenschaftsbereichen strukturiertes Navigationskonzept erschließbar und verfügen zumeist über deutsch- und englischsprachige Kurzbeschreibungen. Die Online-Fassung des Jahresberichts ist darüber hinaus mit einer Volltextsuche ausgestattet.

Seit der Mensch zum Bauern wurde, überwiegt in der ehemals weitgehend geschlossenen Waldlandschaft Mitteleuropas das beackerte, beweidete und besiedelte Land. Heute ist in Deutschland nur rund ein Drittel der Landschaft von Wald bedeckt, verteilt über zahlreiche kleine und wenige größere Fragmente. Einigen Tierarten kommt das entgegen. Ausschließliche Waldbewohner jedoch haben ein Problem: Geeigneter Lebensraum findet sich kaum mehr am Stück, sondern nur noch in Form von „Inseln“, umgeben von einem „Meer“ aus offenen Flächen. In vielen Teilen der Welt ist dies ähnlich.

Die Verinselung von Habitat, also artspezifischem Lebensraum, ist weltweit eine der wichtigsten Ursachen für Rückgang und Aussterben von Populationen und Arten größerer Wirbeltiere. Um langfristig in fragmentierten Lebensräumen existieren zu können, gibt es zwei Optionen: entweder die Art zieht sich in die wenigen Gebiete ausreichender Größe zurück, oder sie wandert zwischen verschiedenen Fragmenten hin und her. Die Naturschutzbiologen haben abzuschätzen,



Biowissenschaften

# Das Auerhuhn und die Frage

*Wo früher geschlossene Waldlandschaften waren, finden sich heute nur noch „Inseln“ in einem „Meer“ offener Flächen. Was bedeutet das zum Beispiel für das Auerhuhn?*

unter welchen Bedingungen die eine oder die andere Option realistisch erscheint.

Das Auerhuhn ist ein gutes Beispiel. Als typischer Bewohner der Taiga ist es eng an lichte, nadelbaumreiche Wälder gebunden. In

22 Skandinavien und Sibirien lebt das





# des Überlebens

Auerhuhn in großräumigen Waldlandschaften. In Mitteleuropa dagegen beschränkt sich seine Verbreitung auf die Mittelgebirge und Alpen: Nur hier finden sich taiga-ähnliche Wälder. In den achtziger und neunziger Jahren zeigten Studien in Norwegen und Deutschland, dass die mit kleinen Sendern bestückten Vögel weit größere Gebiete nutzen als angenommen.



Der Auerhuhn gilt als Symbol der heilen Bergwelt. In Mitteleuropa kommt er nur noch in den Alpen und einigen Mittelgebirgen vor. Diese bedrohte Tierart belegt beispielhaft, wie notwendig großräumige Ansätze im Naturschutz sind. Aus „totem Material“, wie zum Beispiel Mauserfedern, lässt sich ein genetischer Fingerabdruck gewinnen – eine neue Möglichkeit der Erforschung bedrohter Arten.

Hahn wie Henne durchstreifen im Jahresverlauf mehrere hundert Hektar Wald, und ihre traditionellen Balzplätze haben einen Einzugsbereich von mehreren Kilometern. Seither lag der Verdacht nahe, dass nicht nur die Qualität, sondern auch die Flächengröße des Lebensraums für das Überleben von Auerhuhn-Populationen eine wesentliche Rolle spielt.

Die mitteleuropäischen Lebensräume des Auerhuhns sind auf zwei Ebenen fragmentiert. Die großen Waldgebiete, in denen sie vorkommen – in den Vogesen, im Schwarz-





Trotz eines relativ hohen Waldanteils, wie in Südbayern (links), fehlen in landwirtschaftlich geprägten Landschaften größere waldgebundene Tierarten. Kleine Waldfragmente bieten ihnen zu wenig Raum. Wird der Lebensraum gänzlich zerstört, wie etwa durch die Kahlschläge in den Urwäldern des Ural (unten), können spezialisierte Arten nicht überleben.



Dennoch ist deutlich, dass sie die Verschiedenartigkeit des großen mitteleuropäischen Verbreitungsgebiets nicht voll repräsentieren kann. Langfristig könnte ihr folglich die Anpassungsfähigkeit fehlen, mit zukünftigen Umweltveränderungen fertig zu werden.

Modellberechnungen zur Mindestgröße einer überlebenden Population darf man nicht überinterpretieren. Für präzise Prognosen der Überlebensdauer sind die populationsdynamischen Zusammenhänge viel zu komplex. Gewöhnlich reicht es, Größenordnungen zu vergleichen. Wenn für langfristiges Überleben mehrere hundert Auerhühner nötig erscheinen, eine Habitatinsel aber nur einer Population von fünfzig Vögeln Raum bietet, so besteht kein Zweifel, dass deren Überlebenschancen als gering einzuschätzen sind. Die Chancen steigen jedoch stark an, je mehr dieser Inseln miteinander vernetzt sind. Dieser Befund legt nahe, dass Auerhuhn-Populationen in den Alpen und ähnlich fragmentierten Gebieten langfristig nur im Kontakt zu ihren Nachbarn Bestand haben werden – im Verbund einer so genannten Metapopulation.

wald und in den Alpen –, sind je fünfzig bis hundert Kilometer voneinander entfernt. Aber auch innerhalb dieser Gebiete ist der Wald durchbrochen und durchzogen von Grünland, Siedlungen und Verkehrswegen. In den Bayerischen Alpen etwa besiedelt das Auerhuhn die höheren Lagen bewaldeter Berge. Durch die dazwischen liegenden offenen Täler ergibt sich ein Bild von einzelnen, mehr oder weniger isolierten Habitatinseln. Die meisten sind zwischen zehn und hundert Quadratkilometer groß und bilden die Heimat für zehn bis maximal hundert Auerhühner. Könnte eine solche lokale Population überleben, auch wenn sie von ihren Nachbarn isoliert

Um die Überlebenschancen einer Population abzuschätzen, gibt es sowohl demographische als auch genetische Ansätze. Erstere orientieren sich an zufälligen Schwankungen in Population und Umwelt, letztere zielen auf die Erhaltung der genetischen Verschiedenartigkeit. Anhand von Modellberechnungen mit demographischen Größen aus den Bayerischen Alpen ist für Auerhühner eine Größenordnung von 500 Individuen zu veranschlagen, damit eine Population mit 95-prozentiger Sicherheit auch in hundert Jahren noch existiert – vorausgesetzt, der Lebensraum ändert sich nicht. Auch genetisch betrachtet, ist eine solche Population zumindest mittelfristig in ihrer Überlebensfähigkeit nicht eingeschränkt.

Eine Metapopulation wird charakterisiert durch ihre räumlich getrennte Verteilung, lokale Populationen mit weitgehend eigenständiger Dynamik, Austausch durch wandernde Individuen sowie ein nicht unerhebliches Aussterberisiko zumindest für einige lokale Populationen. Die Überlebenschancen einer Metapopulation sind um so besser, je mehr Teilpopulationen verknüpft sind, je größer diese sind und je mehr Individuen zwischen ihnen wandern. Durch Zuwanderer können Schwankungen in der lokalen Populationsdichte ausgeglichen,



verlassene Gebiete wiederbesiedelt und eine hohe genetische Unterschiedlichkeit erhalten werden. Bei Wirbeltieren sind es Jungtiere, die sich nach dem Selbstständigwerden anderswo ansiedeln. Wie wanderfreudig die Jugend ist, hängt von der Tierart sowie Nutzen und Risiken der Wanderschaft ab. In Lebensräumen, die sich von Natur aus ständig ändern, zeigen Arten daher oft ausgeprägtes Wandervermögen, während dieses Verhalten bei Arten in eher konstanter Umwelt – wie beim Auerhuhn – weniger entwickelt ist. Wanderdistanzen unterscheiden sich auch innerhalb einer Population: Kurze Strecken sind häufig, Langstrecken aber rar.

**A**nders als das nahe verwandte Birkhuhn sind Auerhühner nicht sehr wanderfreudig. Nur wenige Jungvögel, vor allem die mobileren Weibchen, wandern in benachbarte Habitatinseln – die meisten bleiben dort, wo sie aufgewachsen sind. Inwiefern Auerhuhn- oder Birkhuhn-Populationen im Austausch stehen, war bis vor kurzem allenfalls qualitativ zu beantworten – durch die Beobachtungen wandernder Individuen. Noch vor zehn Jahren war eine genetische Analyse nur aus frischem Blut oder Gewebe möglich und damit für bedrohte Arten nicht vertretbar. Mittlerweile bedient sich die Naturschutzforschung Methoden, wie sie aus der Kriminalwissenschaft bekannt sind. So genügen geringste Mengen an DNA, gewonnen aus „totem Material“ wie Haaren, Kot oder Federn, um einen genetischen Fingerabdruck zu gewinnen. Was ausgeklügelte Labortechniken erfordert, beginnt mit zeitaufwändiger Probengewinnung im Gelände. Für die Arbeit an Auerhuhn und Birkhuhn wurden jeweils Tausende von Mauserfedern gesammelt. Im Labor wurden dann aus den Kernen einzelner Zellen, die dem Federkiel noch anhaften, artspezifische Mikrosatelliten vervielfältigt und analysiert. Mikrosatelliten sind Marker, um Individuen zu identifizieren, Verwandtschaft zu klären, genetische Unterschiede zu quantifizieren und Populationsein-

brüche zu erkennen. Eine große Bandbreite von Mikrosatelliten erlaubt es, Individuen mit hoher Wahrscheinlichkeit ihrer Herkunftspopulation zuzuordnen.

Durch die Analyse von Mikrosatelliten aus Federn ist heute klar, dass die mitteleuropäischen Verbreitungsgebiete des Auerhuhns isoliert sind. Sogar zwischen Schwarzwald und Vogesen, die nur fünfzig Kilometer Luftlinie trennen, wandern keine Auerhühner mehr hin und her. Vor einigen Jahrzehnten dürfte der Kontakt abgerissen sein, als die Populationen zurückgingen und immer weniger Jungvögel aufwuchsen – zu wenige, um ausreichend viele Langstreckenwanderer hervorzubringen. Die Ur-



Die Auerhenne ist mit zwei bis zweieinhalb Kilo halb so schwer wie der Auerhahn. Hahn wie Henne durchstreifen im Jahr mehrere hundert Hektar Wald. In benachbarte Habitate wandern nur wenige Jungvögel ab.

sachen sind in großflächig veränderten Lebensräumen als Folge sich wandelnder menschlicher Landnutzung zu sehen. Innerhalb der Alpen jedoch sind Wanderungen von einem Berg zum anderen noch regelmäßig nachzuweisen. Dennoch lassen sich die Auerhuhn-Populationen benachbarter Berge eindeutig genetisch unterscheiden, selbst wenn sie nur fünf oder zehn Kilometer trennen. Dies bestätigt, dass nur

wenige Jungvögel auswandern. Da die meisten Wanderer nicht weiter als an den Nachbarberg fliegen, haben ihre Gene erst in der folgenden Generation eine Chance, in die übernächste Population weiterzuwandern. So ergibt sich ein enger Zusammenhang zwischen geographischer und genetischer Distanz. Wo allerdings Barrieren wie die hohen Bergketten der Zentralalpen die Wanderrouen einschränken, kann der Austausch selbst zwischen nahe gelegenen Gebieten nahe null sein.

Für den traditionell lokal orientierten Naturschutz ist die vielleicht wichtigste Lehre aus der Erforschung von Metapopulationen, dass die kleinräumig beobachtete Dyna-

mik von Populationen regionale Ursachen haben kann. Eine Population mag aufgrund alljährlich ähnlicher Zählungen stabil erscheinen – tatsächlich lebt sie aber einzig von der Zuwanderung aus Nachbargebieten. Stirbt sie aus, ist die Ursache nicht in der Verschlechterung des Lebensraums vor Ort zu suchen, sondern im Ausbleiben der Zuwanderer.

Diese Situation zeigt sich am Alpennordrand. Die Vorberge – die nördlichsten Vorposten der Auerhuhn-Verbreitung in den Alpen – sind oft aufgrund intensiver Forstwirtschaft und hoher Niederschläge keine guten Auerhuhn-Gebiete. Trotzdem gibt es noch Auerhühner. Für die Gestalter des Lebensraums, allen voran die Forstwirtschaft, ist 25

In den Alpen besiedelt das Auerhuhn Bergwälder, die vom Offenland der Täler getrennt sind. Jeder Berg bildet eine Lebensraum-Insel mit einer lokalen Population. Ohne gegenseitigen Kontakt durch wandernde Individuen würde sie kaum überdauern. Die Migration von Jungtieren ist entscheidend für die Dynamik von übergeordneten Populationen. Je mehr Jungtiere aufwachsen, desto mehr Migranten sind zu erwarten.

dies Beweis ihrer „Auerhuhn-verträglichen“ Waldbehandlung. Genetische Daten zeigen ein anderes Bild: Viele der Auerhuhn-Bestände der Randlagen werden einzig durch Zuwanderer aus produktiveren Teilgebieten der Metapopulation am Leben gehalten. Bleibt die Zuwanderung aus, weil die Quellpopulationen zurückgehen, ist das Aussterben vorprogrammiert.

Solange die großräumigen Zusammenhänge missachtet werden, läuft der Schutz des Auerhuhns und anderer bedrohter Arten in fragmentierten Lebensräumen ins Leere. Um Metapopulationen zu erhalten, gilt es vor allem, den Austausch zu sichern. Für manche Arten kann es hilfreich sein, Wanderkorridore oder Trittstein-Gebiete anzulegen. Für die Auerhühner Mitteleuropas dagegen liegt das



Problem weniger in der Erreichbarkeit der Nachbargebiete als im Rückgang der Anzahl von Jungvögeln und potenziellen Wanderern. Ein reger Austausch ist am besten durch große Populationen und günstige Aufzuchtbedingungen in möglichst vielen Teilgebieten einer Metapopulation zu gewährleisten. Mit verstreuten, lokalen Ansätzen kann dies nicht erreicht werden.

In der Naturschutzforschung hat das Metapopulationskonzept und

seine Anwendung auf Arten in fragmentierten Lebensräumen ein Umdenken in Gang gesetzt: weg von lokalen hin zu regionalen und überregionalen Betrachtungsweisen. Dabei ist es nicht nur zu einem wichtigen Verständnisrahmen für die Forschung geworden. Die „Metapopulation“ zeigt sehr erfolgreich die Notwendigkeit großräumiger Vernetzung als Voraussetzung für den Artenschutz in Landschaften, die von Menschen geprägt werden. Ein Manko für die Akzeptanz des Konzepts im praktischen Naturschutz ist immer noch, dass zwar zahlreiche theoretische, aber erst wenige empirische Untersuchungen vorliegen. Vor allem an größeren Tierarten sind sie oft methodisch schwierig, leiden an kleinen Stichproben und gelten als wissenschaftlich wenig ergiebig. Um Praktiker von der Bedeutung großräumiger Ansätze zu überzeugen, sind Fallstudien wie die an Auerhuhn und Birkhuhn wichtige Lehrstücke. Sie belegen den Metapopulationscharakter eines Populationssystems und zeigen die Konsequenzen für seine Dynamik und seinen Schutz auf.

*PD Dr. Ilse Storch  
Technische Universität München*

Das Projekt wurde mit einem Habilitandenstipendium und einer Sachbeihilfe gefördert.





# Insekten in der Welt der Düfte

*Ob Nahrungs- oder Partnersuche – Düfte spielen für Insekten eine wichtige Rolle. Wie Duftnoten in deren Gehirn verarbeitet werden, beantworten Untersuchungen zum Riechsystem von Honigbiene und Räuberameise*

Insekten verfügen über einen stark ausgeprägten Geruchssinn. Bienen zum Beispiel erlernen den Duft nektarreicher Blüten, um diejenigen Blüten anzufliegen, von denen sie den meisten Honig für ihren Stock einsammeln können. Bei Insekten spielen Düfte außerdem bei der Suche nach einem Sexualpartner eine wichtige Rolle. Das Seidenspinnerweibchen etwa zieht seine Männchen mit Sexuallockstoffen über weite Entfernungen hinweg an. Die Männchen riechen den Botenstoff, fliegen gegen die Windrichtung auf das Weibchen zu, und so finden sich die Partner selbst in der Abenddämmerung. Insekten, die in sozialen Verbänden leben, wie Bienen, Ameisen oder Termiten, nutzen Düfte zudem zur Kommunikation. Wir alle kennen Ameisenstraßen: Die Tiere folgen einer Duftspur am Boden, die sie sicher ans Ziel führt. Diese von den Tieren selbst produzierten Botenstoffe für die Kommunikation mit Artgenossen werden Pheromone genannt.

Für die Tiere gibt es einen entscheidenden Unterschied zwischen den Umweltdüften – wie dem Blütenduft für die Biene – und den Pheromonen. Umweltdüfte sind nicht vorhersagbar, Pheromone hingegen stellen gewissermaßen einen Teil des Gedächtnisses einer Art dar. Damit ein solcher Duftstoff seine Funktion erfüllen kann, muss ihm eine genetisch bestimmte Bedeutung zugeordnet sein, das heißt, wenn das Tier diesen Duft riecht, wird eine bestimmte Verhaltensweise ausgelöst. Diese Verhaltens-

weise ist kontextabhängig, denn ein nicht sexualreifes Tier wird nicht auf das Sexualpheromon reagieren. Im richtigen Kontext aber führt der Duft zum stereotypen Verhalten, und zwar ohne dass das Tier diesen Duft je gelernt hätte. Den Zusammenhang zwischen Duft und Verhalten hat die Evolution in die Gene „eingeschrieben“. Bei Umweltdüften ist dies ganz anders, zum Beispiel bei den Blütendüften, von denen die Bienen zu nektarreicher Nahrung geführt werden. Bienen müssen diese Düfte im Laufe ihres Lebens erst lernen.

Die Frage, ob das Gehirn diese zwei Duftklassen jeweils anders verarbeitet, haben Wissenschaftler untersucht. Lässt sich einerseits das genetische Gedächtnis für Pheromone im Gehirn wiederfinden und ist andererseits das „Riechsystem“ zu verstehen, das es der Honigbiene erlaubt, jede Blüte auf der Welt zuverlässig wiedererkennen zu können? Dabei sind die Forscher zwei Grundgedanken nachgegangen: Um die Verarbeitung der Düfte im Gehirn zu verstehen, muss man die von diesen im Gehirn ausgelöste Aktivität messen. Und um den Unterschied in der Verarbeitung von Umweltdüften und Pheromonen zu erkennen, werden Tierarten untersucht, die regen Gebrauch von Pheromonen machen und zugleich vielen verschiedenen Umweltdüften ausgesetzt sind. Dazu eignen sich vor allem soziale Insekten, da viele der für das Leben in Staatengemeinschaften nötigen Signale Pheromone sind. Untersucht

wurden Honigbienen und Räuberameisen, die in Mittelamerika beheimatet und den mitteleuropäischen Waldameisen nahe verwandt sind. Für diese Art sind zahlreiche Pheromone beschrieben, deren chemische Zusammensetzung ebenso bekannt ist wie das durch sie ausgelöste Verhalten.

Bei Insekten sind die Duftrezeptorzellen vorwiegend auf den Antennen lokalisiert. Auf jedem Fühler einer Honigbiene befinden sich rund 60 000. Diese Zellen werden von verschiedenen Düften in Erregung versetzt, die sie über die Axone, langgezogene Nervenfortsätze, an das Gehirn senden. Das Duftzentrum der Biene ist ein Organ, das dem so genannten Riechkolben des Menschen entspricht. Es sieht in etwa wie eine Brombeere aus. Jedes seiner Beerchen stellt eine funktionelle Einheit, einen so genannten Glomerulus, dar. Riecht das Tier nun einen Duft, so entsteht ein charakteristisches Muster aktivierter Glomeruli im Duftzentrum. Die Duftinformation liegt nicht in den einzelnen Glomeruli, sondern in deren Muster als Ganzem begründet. Ein solches kombinatorisches Muster kodiert mit nur wenigen Glomeruli – die Biene hat etwa 160 – viele Tausende von Düften.

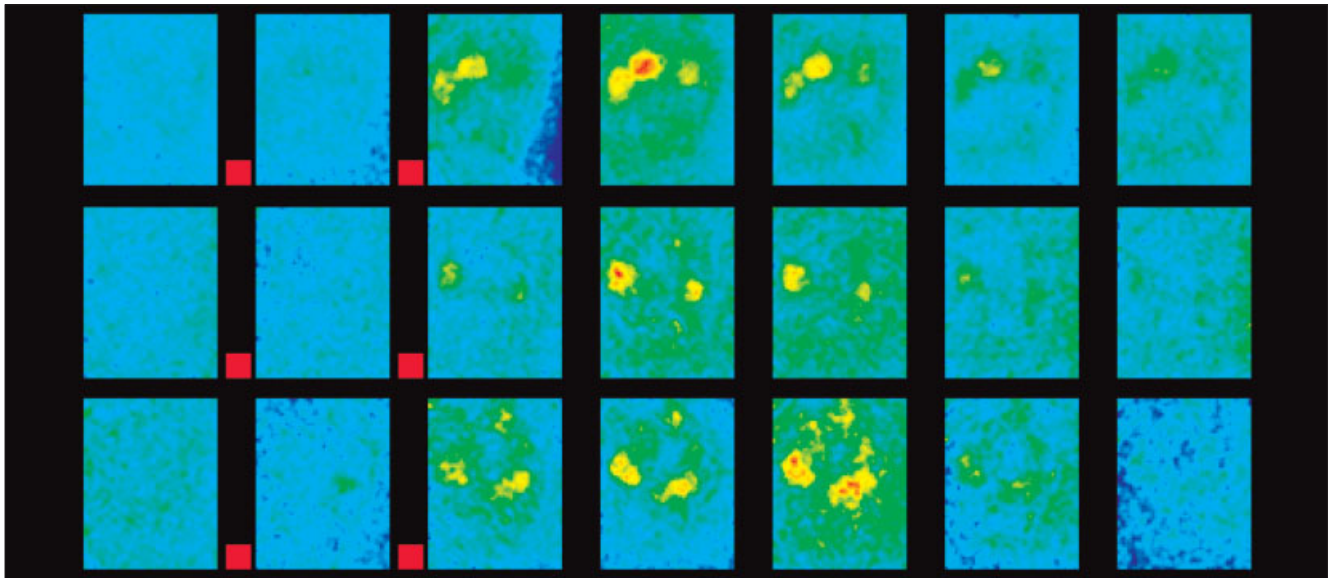
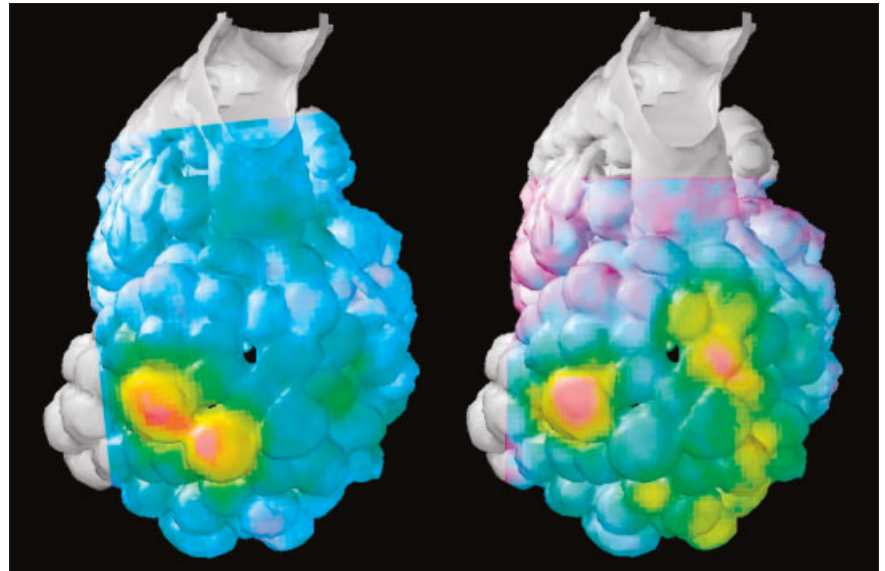
Die Hypothese: Pheromone sollten im Duftzentrum ein vorhersagbares und für alle Individuen einer Art gleiches Muster hervorrufen, da sie durch die Evolution fest bestimmt sind. Für Umweltdüfte hingegen wurde eine größere Veränderbarkeit vermutet, da diese erst 27

durch die Erfahrung zu bedeutungsvollen Düften werden. Somit sollte derselbe Duft in verschiedenen Individuen unterschiedliche Muster hervorrufen.

Mit der Methode des so genannten Optical Imaging lassen sich die durch Düfte im Duftzentrum hervorgerufenen Muster messen. Das Duftzentrum ist bei den Insektenarten unterschiedlich groß: Bei der Biene hat es einen Durchmesser von etwa einem Viertelmillimeter, die einzelnen Glomeruli haben Durchmesser zwischen 20 und 50 Mikrometer. Die untersuchten Ameisen haben etwas kleinere Duftzentren und Glomeruli. Um die Muster zu messen, befestigten die Wissenschaftler die Tiere zuerst so in einer Plastikkammer, dass sich der Kopf nicht mehr bewegen konnte. Dann schnitten sie, um das Gehirn zu sehen, ein Fenster in die Kopfkapsel und färbten das Gehirn mit einem Farbstoff, der seine Farbeigenschaften ändert, wenn die Nervenzellen aktiv sind. Es handelte sich um den

Lage, in jedem der Versuchstiere die Antwortmuster auf verschiedene Düfte zu bestimmen. Als Erstes untersuchte man die Eigenschaften der durch Düfte – nämlich Pheromone und Umweltdüfte – hervorgerufenen Muster in beiden Arten.

werden. Dem kam eine bestimmte Eigenschaft der Glomeruli bei Honigbienen zugute: Sie sind unterschiedlich groß und haben verschiedene Formen. Die einen sind eher rund, andere wiederum länglich, auch liegen sie in charakteristi-



auf Calcium reagierenden Fluoreszenzfarbstoff „calcium-green“. Aktive Zellen erhöhen ihre intrazelluläre Calcium-Konzentration und bewirken so eine höhere Fluoreszenz des Farbstoffes. Unter dem Mikroskop ließen sich diese Veränderungen mit Hilfe einer speziellen Kamera messen. Da die Insekten noch einwandfrei riechen konnten, waren die Wissenschaftler in der

Dabei stellte sich heraus, dass das oben beschriebene Kodierungsprinzip für beide Arten und beide Geruchsklassen identisch ist: Jeder Duft erzeugt Muster aus mehreren, nicht notwendigerweise benachbarten Glomeruli. Ist nun die Veränderbarkeit zwischen Individuen für Umweltdüfte größer als für Pheromone? Um diese Frage zu beantworten, musste ein Maß entwickelt

werden. In verschiedenen Tieren lassen sich die Glomeruli aufgrund ihrer äußeren Eigenschaften wiedererkennen und benennen. So wurde ein digitaler Atlas dieser Glomeruli erstellt und mit seiner Hilfe Duftantworten bei Bienen kartiert. Auf diese Weise konnte zu jedem Duft und jedem Tier das erzeugte Muster in Zahlen gefasst werden. Der Duft Nonanol





Im Gewirr der Düfte findet die Honigbiene ihre Lieblingsblüte. Ihr brombeerförmiges Duftzentrum besteht aus so genannten Glomeruli, die ein gemeinsames Zentrum umschließen. Bei bestimmten Düften werden spezifische Glomeruli angeregt. Links die Antwort auf den Duft Nonanol, rechts auf Nelkenöl. Die Reaktion auf verschiedene Düfte, im zeitlichen Ablauf von einer Sekunde aufgenommen, zeigt charakteristische Muster.

etwa führte in einem Tier eine starke Aktivität in den Glomeruli 17 und 33 herbei. Beim Vergleich mit anderen Tieren stellte sich nun heraus, dass dieses Muster allgemeingültig ist und Nonanol immer die Glomeruli 17 und 33 erregt. Die Muster treten so konstant auf, dass aus ihrer Kenntnis der hervorrufende Duft bestimmbar ist. Dieses Ergebnis galt nicht nur – wie erwartet – für Pheromonsubstanzen, sondern auch für Umweltdüfte, die keine Bedeutung in der Kommunikation innerhalb der Art haben. Somit war die Ausgangshypothese klar widerlegt. Wie ist es aber möglich, dass Bienen mit der unglaublichen Vielfalt an Blütendüften zurecht kommen? Offensichtlich reichen die

Millionen möglicher Kombinationen aktiver Glomeruli, die sich durch ihre unterschiedlichen Antwortereigenschaften ergeben, aus, um sich in verschiedenen Umwelten zurechtzufinden, ohne die gerade aktuellen Düfte lernen zu müssen.

Es ist allerdings bekannt, dass eine Gedächtnisspur für Düfte auch im Duftzentrum vorhanden ist. Wenn man einer Biene einen Duft und dazu Zuckerwasser anbietet, so lernt sie den Zusammenhang zwischen dem Duft und der Belohnung und wird das nächste Mal, wenn sie diesen Duft riecht, den Rüssel in Erwartung auf das Zuckerwasser ausstrecken. Es handelt sich hierbei um eine klassische Konditionierung. Mehrere Gebiete im Gehirn der Honigbiene sind an diesem Lernvorgang beteiligt, unter anderem die Pilzkörper und eben auch das Duftzentrum. Misst man bei diesem Lernexperiment die duftabhängigen Muster, so ist das Ergebnis eindeutig: Lernt die Biene einen Duft, so verstärkt sich das durch ihn hervorgerufene Muster, die daran beteiligten Glomeruli bleiben aber dieselben. Wahrscheinlich kann die Biene diesen Duft dadurch schnell-

ler wiedererkennen und besser von anderen Gerüchen unterscheiden. Das „Riechsystem“ ist so aufgebaut, dass es auf Millionen von Düften reagieren kann, aber gelernte Düfte besser wahrnimmt.

Die Ergebnisse, gewonnen am Duftzentrum der Insekten, sind gut auf das Riechhirn beim Menschen übertragbar. Beide sind sehr ähnlich aufgebaut, und es gibt Hinweise darauf, dass Düfte in verschiedenen Menschen die gleichen Aktivitätsmuster hervorrufen.

Allerdings sind das Duftzentrum bei Insekten und der „Riechkolben“ beim Menschen nur die erste Station der Duftverarbeitung im Gehirn. Wenn wir als Menschen durch einen Duft in eine längst vergessene geglaubte Stimmung zurückversetzt werden oder uns der Geruch schlecht gewordener Milch von ihrem Verzehr abhält, so sind daran außer dem Riechhirn noch viele andere Gehirnregionen beteiligt.

*Dr. Giovanni Galizia  
University of California*

Das Projekt wurde von der DFG im Normalverfahren gefördert. 29

# Standorte exzellenter Forschung

*Förder-Ranking 2003 auf wesentlich erweiterter Datenbasis: Institutionen – Regionen – Netzwerke. Dritter Bericht über die Verteilung von DFG-Bewilligungen auf Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen*

**B**erlin und München sind die beiden Regionen, in die die meisten Bewilligungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft fließen. In den drei Jahren 1999 bis 2001 warben Berliner Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen bei der DFG insgesamt 307 Millionen Euro Fördergelder ein; in den Stadtkreis München flossen 243 Millionen Euro. Wenn man die Kreise Potsdam und Potsdam-Mittelmark beziehungsweise den Landkreis München mit einbezieht, erhöhen sich die Beträge im Falle der Region Berlin um 36 Millionen Euro und für München um 27 Millionen Euro. Dabei ergibt sich für Berlin ein deutlich höherer Anteil der Bewilligungen im geistes- und sozialwissenschaftlichen Fächerspektrum, die Region München hingegen setzt ihre Akzente stärker im Bereich Biologie und Medizin.

Dies sind zwei besonders augenfällige Ergebnisse des neuen Förder-Ranking der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Nach 1997 und 2000 ist dies bereits der dritte Bericht über die Verteilung von Bewilligungen auf Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen. Gegenüber den letzten Ausgaben hat sich das Berichtsspektrum allerdings wesentlich erweitert, wie der Untertitel der Publikation zum Ausdruck bringt: Institutionen – Regionen – Netzwerke. Dabei bilden nach Fächern differenzierende Aussagen zu DFG-Bewilligungen je Hochschule und außeruniversitärer Forschungseinrichtung weiterhin den Berichtsschwerpunkt. Darüber hinaus werden Aussagen getroffen

- zur Einwerbung von Drittmitteln insgesamt,
- zur vernetzenden Wirkung der von der DFG angebotenen koordinierten Programme (Sonderforschungsbereiche, Schwerpunktprogramme, Forschergruppen und Graduiertenkollegs),

• zur institutionellen Herkunft der von der DFG gehörten Gutachter,

• zur Internationalität von Forschung,

• zum Zusammenhang zwischen DFG-Bewilligungsaufkommen und der Publikationsaktivität in internationalen Fachzeitschriften.

Diese erhebliche Ausweitung des Berichtsspektrums wurde ermöglicht durch die Unterstützung des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft, der Projektmittel bereitstellte und einen wissenschaftlichen Beirat einberufen hat. Des Weiteren wurde eine Medienpartnerschaft mit der Wochenzeitung „Die Zeit“ verabredet.

Weitergehende Informationen zu den im „Querschnitt“ veröffentlichten Beiträgen finden Sie im Internet-Angebot der DFG unter [www.dfg.de](http://www.dfg.de) in der Rubrik „Aktuelles-Presse > Pressemitteilungen“.

Neben Berlin und München erweist sich erneut die Region Aachen – Bonn – Köln als bewilligungsstark. An Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen in diesen drei Kreisen erfolgten insgesamt Bewilligungen in Höhe von 291 Millionen Euro. Die süddeutschen Regionen Mannheim – Heidelberg – Karlsruhe und Stuttgart – Tübingen warben 231 beziehungsweise 221 Millionen Euro ein. Die Region Sachsen, unter anderem mit den Technischen Hochschulen Chemnitz, Freiberg und Dresden, erhielt insgesamt 129

Millionen Euro DFG-Bewilligungen. Wenn man die Auswertungen nach Wissenschaftsbereichen betrachtet, so ging in den Geistes- und Sozialwissenschaften der höchste Betrag (69 Millionen Euro) nach Berlin, mit großem Abstand vor München (Stadtkreis), Tübingen und Frankfurt am Main mit jeweils ca. 28 Millionen Euro. Einschließlich Potsdam erreicht die Region Berlin einen Wert von 83 Millionen Euro. Berlin verdankt diese besondere Position in den Geistes- und Sozialwissenschaften nicht nur den großen Hochschulen, sondern auch den Geisteswissenschaftlichen Zentren (GWZ), die dort von der DFG gefördert werden, sowie zum Beispiel dem Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung, dem Wissenschaftszentrum für Sozialforschung, dem Max-Planck-Institut für Bildungsforschung und dem Deutschen Archäologischen Institut.

Im Wissenschaftsbereich Biologie/Medizin sind als bewilligungsstarke Standorte erneut Berlin und München sowie Heidelberg, Würzburg, Göttingen und Hamburg auszumachen.

Im Fachgebiet Naturwissenschaften gibt es Schwerpunkte neben Berlin und München vor allem in den Regionen Karlsruhe, Heidelberg, Bonn und Kiel. Der letztgenannte Kreis verdankt seine Position dabei zu großen Teilen auch den außeruniversitären Forschungseinrichtungen wie dem GEOMAR-Forschungszentrum für Marine Geowissenschaften sowie dem Institut für Meereskunde.

In den Ingenieurwissenschaften ist Aachen die stärkste DFG-Bewilligungsregion. Auch hier erklärt sich dies durch vor Ort angesiedelte außeruniversitäre Einrichtungen,



die in vielfältiger Form mit der RWTH Aachen „vernetzt“ sind. Weitere bewilligungsstarke Regionen in diesem Wissenschaftsbereich sind Stuttgart, Karlsruhe, Berlin, München und Hannover.

Die im Bericht vorgestellten Daten zu Hochschulen beziehen sich auf insgesamt 80 Einrichtungen, die 1999 bis 2001 mindestens 0,5 Millionen Euro Bewilligungen eingeworben haben. Danach ergibt

sich, dass die Top 20 Hochschulen etwa 56 Prozent des insgesamt eingeworbenen Bewilligungsvolumens auf sich vereinen. Mit Blick auf die früheren DFG-Rankings bleibt festzuhalten, dass die Rangfolgen über die Zeit sehr stabil sind. Die „Stätten der Forschung“ sind bekannt.

Im europäischen und internationalen Vergleich gewinnt die Berichterstattung über Forschung und

Entwicklung immer mehr an Bedeutung. Neben Inputdaten werden zunehmend Outputindikatoren zur Ergebnisbewertung und zum Leistungsvergleich von Forschungsprogrammen und -einrichtungen benötigt. In Deutschland ist die Datenlage hierzu noch vergleichsweise schlecht. Vor allem gibt es keine bundesweite Aktivität, die solche Daten und Indikatoren sammelt und pflegt. Vor diesem Hintergrund schlägt die DFG die Einrichtung eines Instituts für Forschungsinformation und Qualitätssicherung vor.

In der Summe bestätigen die verschiedenen Befunde des jetzt vorliegenden dritten Ranking vor allem eine Annahme, die bereits für die erste Ausgabe programmatisch war: DFG-Bewilligungen sind ein guter Indikator für Forschungsaktivität. Sie korrelieren hoch mit Drittmitteln insgesamt, mit der Anziehungskraft auf ausländische Gastwissenschaftler, mit der Beteiligung an internationalen Programmen und mit der Publikationsaktivität sowie dem Rezeptionserfolg in internationalen Fachzeitschriften.

## DFG legt erste Untersuchungsergebnisse vor

*Publikation weist Mängel auf, die jedoch den Vorwurf wissenschaftlichen Fehlverhaltens nicht rechtfertigen*

Der Ausschuss der DFG zur Untersuchung von Vorwürfen wissenschaftlichen Fehlverhaltens hat sich in seiner Sitzung am 23. Juni 2003 mit den Vorwürfen hinsichtlich der Publikation Schreiber et al., *Journal of Biological Chemistry*, 275, 24115, 2000, befasst. Er hat die Autorinnen und Autoren dieser Publikation angehört und die relevanten Originalunterlagen eingehend geprüft. Auf dieser Grundlage ist er zu folgenden Feststellungen gelangt: Die Publikation weist Mängel technischer Art auf, die jedoch den Vorwurf wissenschaftlichen Fehlverhaltens nicht rechtfertigen. Sie können und sollten im Rahmen eines Erratums durch die Autoren korrigiert werden. Der Ausschuss hat den Autoren eine Richtigstellung gegenüber dem Herausgeber der Zeitschrift nahe gelegt. Die korrespondierende Autorin der Publikation, Privatdozentin Dr. Ingrid Boekhoff, hat zugesagt, ein entsprechendes Erratum zu veröffentlichen.

Die Mängel machen aus Sicht der DFG die Notwendigkeit deutlich, den wissenschaftlichen Nachwuchs mit den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis vertraut zu machen, wozu insbesondere ein ordnungsgemäßes Datenmanagement und die handwerklichen Prinzipien der experimentellen Methodik gehören. Nach Einschätzung des Ausschusses beeinträchtigen die festgestellten Mängel den Aussage-

wert der Publikation allenfalls geringfügig. Ein wissenschaftliches Fehlverhalten konnte der Ausschuss im Hinblick auf diese Publikation daher nicht feststellen.

Der Hauptausschuss der DFG hat diesen Zwischenbericht seines Unterausschusses im Rahmen der Jahresversammlung in Würzburg zur Kenntnis genommen.

## MAK- und BAT-Werte 2003 vorgelegt

*Zahlreiche Änderungen und Neuaufnahmen – Neue Kriterien für die Bewältigung von Kontaktallergenen*

Die Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft hat die MAK- und BAT-Werte-Liste 2003 vorgelegt und dem Bundesminister für Wirtschaft und Arbeit übergeben. Sie enthält Vorschläge für MAK-Werte, das heißt die höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes als Gas, Dampf oder Aerosol in der Luft am Arbeitsplatz, die nach gegenwärtigem Kenntnisstand auch bei langfristiger, täglich achtstündiger Exposition die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt. Außerdem werden die Arbeitsstoffe entsprechend ihrer krebserzeugenden, keimzellmuta-

genen, fortpflanzungsgefährdenden, sensibilisierenden oder hautresorptiven Wirkung klassifiziert. Insgesamt ergaben sich gegenüber dem Vorjahresstand 61 Änderungen und Neuaufnahmen. Besonders hervorzuheben sind in diesem Jahr die neuen Kriterien für die Bewertung von Kontaktallergenen und inhalativ wirksamen Allergenen. Diese neuen Kriterien orientieren sich an den unterschiedlichen Informationsquellen, für die eine abgestufte Bewertung ihres Evidenzgrades durchgeführt wurde. Außerdem liegt der Abschnitt über Aerosole in einer überarbeiteten Fassung vor; er wurde an die moderne Terminologie auf diesem Gebiet angepasst. 31

# Forschung mit Stammzellen: Strafrechtliche Grenzen

*Rechtsgutachten beantworten Fragen der Wissenschaft vor dem Hintergrund des deutschen Stammzellgesetzes*

Das am 1. Juli 2002 in Kraft getretene „Gesetz zur Sicherstellung des Embryonenschutzes im Zusammenhang mit der Einfuhr und Verwendung menschlicher embryonaler Stammzellen“ (Stammzellgesetz) bringt für die Wissenschaft eine Reihe von Fragen mit sich. Da die Forschung mit und an humanen embryonalen Stammzellen durch internationale Kooperationen geprägt ist, stellt sich vor allem für deutsche Wissenschaftler die Frage nach den strafrechtlichen Grenzen, die ihren Arbeiten im internationalen Rahmen durch das Stammzellgesetz gezogen werden.

Vor diesem Hintergrund hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft zwei Rechtsgutachten in Auftrag gegeben, die von den Strafrechtlern Professor Dr. Hans Dahs, Bonn, und Professor Dr. Albin Eser, Direktor des Max-Planck-Instituts für ausländisches und internationales Strafrecht Freiburg, sowie ihren Kollegen, den Privatdozenten Dr. Bernd Müssig und Dr. Hans-Georg Koch, erstellt worden sind.

Danach ergibt sich, dass aufgrund des im deutschen Strafrecht geltenden Territorialprinzips Forschungsarbeiten von deutschen Wissenschaftlern, die dem Standard des Stammzellgesetzes nicht entsprechen, nicht strafbar sind, wenn vor Ort im Ausland ohne Bezug auf das Inland gearbeitet wird. Dies ist unabhängig davon, in welcher Art und Weise die Wissenschaftler in das Projekt eingebunden sind – sei es, dass sie unmittelbar an der Durchführung des Vorhabens beteiligt sind oder dieses nur technisch beziehungsweise wissenschaftlich unterstützen. Auch die Arbeit von Gutachtern und Beiräten vor Ort ist nach diesen Grundsätzen nicht strafbar.

Im Ergebnis ebenfalls nicht strafbar ist die (technische, finanzielle, wissenschaftliche bzw. beratende)

Unterstützung nicht genehmigungsfähiger Forschungsprojekte im Ausland vom Inland (sog. Distanzteilnahme) aus.

Strafbar ist allerdings die Beteiligung an Forschungsprojekten im Ausland, wenn dadurch nicht genehmigte Vorhaben im Inland unterstützt werden oder eine nicht genehmigte Einfuhr embryonaler Stammzellen ermöglicht wird.

Eine Sonderregelung besteht für Wissenschaftler, die den Status eines Amtsträgers beziehungsweise

eines für den öffentlichen Dienst besonders Verpflichteten innehaben (§ 5 Nr. 12 Strafgesetzbuch); wegen des für sie geltenden Personalitätsprinzips machen sie sich – ohne Blick auf das Recht des Tatorts – strafbar, wenn sie „während eines dienstlichen Aufenthaltes“ an einem nach deutschem Recht nicht zulässigen Forschungsprojekt mitwirken.

Deutsche Wissenschaftler, die mit humanen embryonalen Stammzellen arbeiten wollen, werden vor der Aufnahme einer konkreten Forschungsarbeit die Frage nach der rechtlichen Zulässigkeit mit besonderer Sorgfalt prüfen müssen, da nicht nur die Regelungen des Stammzellgesetzes, sondern möglicherweise auch die des Embryonenschutzgesetzes zu berücksichtigen sind.

## Möglichkeiten der gezielten und nachhaltigen Förderung

*Förderinitiative Geisteswissenschaften eingerichtet –  
Fachspezifische Bedürfnisse werden berücksichtigt*

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat eine „Förderinitiative Geisteswissenschaften“ beschlossen, die in einer Pilotphase von drei Jahren umgesetzt werden soll. Hintergrund für die neue Förderinitiative ist die in weiten Teilen der Geisteswissenschaften formulierte Erwartung, dass die DFG als wichtigster Drittmittelgeber die spezifischen Belange dieses Forschungszweigs stärker berücksichtigen sollte. Die Vorschläge der neuen Förderinitiative wurden von einer eigens eingesetzten Arbeitsgruppe formuliert, die sich auf zahlreiche Stellungnahmen einschlägig ausgewiesener Wissenschaftler sowie die Ergebnisse einer Klausurtagung stützt. In einem systematischen Abgleich der spezifisch geisteswissenschaftlichen Forschungspraxis einerseits und den Förderinstrumenten andererseits wurden folgende Empfehlungen ausgesprochen:

- Da es in den Geisteswissenschaften schwieriger ist, sich zu grö-

ßeren Forschungsverbänden wie zum Beispiel den Sonderforschungsbereichen zusammenschließen, es aber für die so genannten kleinen Fächer besonders wichtig ist, Förderung zur Struktur- und Profilbildung an den Hochschulen zu erhalten, soll zukünftig auch das Instrument der Forschergruppen gezielt zur Stärkung der Geisteswissenschaften an den Hochschulen genutzt und flexibler eingesetzt werden können. So kann beispielsweise in geeigneten Fällen eine Professur für die Laufzeit der Forschergruppen vorfinanziert werden, wenn die Hochschule diese zur Stärkung ihres Forschungsprofils neu schafft oder ihre Weiterführung sichert.

Zum Zwecke des verstärkten nationalen und internationalen Austausches sollen die bestehenden Möglichkeiten, zum Beispiel durch ein erweitertes Gästeprogramm, ausgebaut werden. Sofern die Voraussetzungen vorhanden sind, kann eine Forschergruppe auch mit



einem Graduiertenkolleg oder einer Institution mit besonderen Archiv- oder Materialbeständen (zum Beispiel Bibliotheken oder Museen) verknüpft werden.

- Als neues Instrument zur Nachwuchsförderung und zur Internationalisierung wird das Programm „Wissenschaftliche Netzwerke“ eingeführt. Für einen festen Kreis von bis zu 15 Personen können Mittel (Koordinationskosten, Reise-mittel, Gästemittel und Publikationskosten) für eine Förderungs-dauer von maximal drei Jahren für bis zu sechs Arbeitstreffen einge-worben werden. Ziel ist es, Nach-wuchswissenschaftlern unabhän-gig von bestehenden größeren For-schungsprojekten die Möglichkeit zur frühzeitigen Netzworfbildung zu ermöglichen.

- Geisteswissenschaftliche For-schung ist in besonderer Weise per-sonengebunden. So sollen zukünf-tig die das Projekt tragenden Perso-nen zum Beispiel durch Sach- und Hilfskraftmittel unmittelbar unter-stützt werden. Die Projektleiter selbst können eigene Forschungs-zeit beantragen.

- Wichtige Themen der Geisteswis-senschaften ebenso wie der Sozial- und Verhaltenswissenschaften kön-nen oft nur in Projekten bearbeitet werden, die eine längere Zeit- und somit Planungsperspektive haben. Diese längerfristige Planungssi-cherheit bietet die Deutsche For-schungsgemeinschaft bisher den so genannten Langfristvorhaben. Diese Förderform wird in einer Weise weiterentwickelt, die die Ab-grenzung zu benachbarten Pro-grammen der Akademien der Wis-senschaften deutlicher werden lässt sowie die längerfristige Planungs-sicherheit der Langfristvorhaben steigert.

Weitere Auskünfte erteilen: Dr. Jeroen Verschragen, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Koordinator der Förderinitiative, Tel.: 0228/855 2202, E-Mail: jeroenleo-verschragen@dfg.de, und Dr. Manfred Nießen, Leiter der DFG-Fach-gruppe Geistes- und Sozialwis-senschaften, Tel.: 0228/885 2393, E-Mail: manfred.niessen@dfg.de

## Forschung über die Grenzen der Fächer hinweg

Die DFG richtet neun neue Sonderforschungsbereiche ein – Außerdem ein Transferbereich bewilligt

Zum 1. Juli 2003 hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft neun Sonderforschungsbereiche, darunter zwei Transregio, sowie einen Transferbereich eingerichtet. Damit werden im Jahr 2003 an 61 Hochschulen 284 Sonderforschungsbereiche gefördert, für die rund 362,1 Millionen Euro zur Verfügung stehen.

Abweichend von der traditionellen Form des ortsgebundenen Sonderforschungsbereichs sind Transregio durch mehrere, in der Regel zwei bis drei Universitätsstandorte gekennzeichnet. Hier werden Kooperationspartner zusammengeführt, deren Beiträge sich auf hohem wissenschaftlichem Niveau ergänzen. Transferbereiche dienen der Umsetzung der in einem Sonderforschungsbereich erzielten wissenschaftlichen Ergebnisse in die Praxis durch die Kooperation der Forschungsinstitutionen mit Anwendern.

Eingerichtet werden folgende Sonderforschungsbereiche:

*Geistes- und Sozialwissenschaften*  
„Informationsstruktur: Die sprachlichen Mittel der Gliederung von Äußerung, Satz und Text“, Universität Potsdam und Humboldt-Universität zu Berlin

*Biologie und Medizin*  
„Molekulare Zelldynamik: Intrazelluläre und zelluläre Bewegungen“, Universität Münster und Max-Planck-Institut für Vaskuläre Biologie Münster; „Induktion und Modulation T-zellvermittelter Immunreaktionen im Gastrointestinaltrakt“, Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, Deutsches Rheuma-Forschungszentrum, Max-Planck-Institut für Infektionsbiologie, Max-Delbrück-Centrum für molekulare Medizin und Proteinstrukturfabrik; „Post-translationale Funktionskontrolle von Proteinen“, Universität zu Köln und Max-Planck-Institut für Züch-

tungsforschung in Köln; „Structure and Function of Membrane Proteins“ (Transregio), Universitäten Konstanz und Zürich

*Naturwissenschaften*

„Erkennung, Gewinnung und funktionale Analyse von Wirkstoffen gegen Infektionskrankheiten“, Universität Würzburg; „Festkörperbasierte Quanteninformationsverarbeitung: Physikalische Konzepte und Materialaspekte“, Technische Universität München, Ludwig-Maximilians-Universität München, Universität Augsburg, Universität Regensburg, Walther-Meißner-Institut, Garching, Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching; „Kernstruktur, nukleare Astrophysik und fundamentale Experimente bei kleinen Impulsüberträgern am supraleitenden Darmstädter Elektronenbeschleuniger S-DALINAC“, Universität Darmstadt; „Symmetrien und Universalität in mesoskopischen Systemen“ (Transregio), Universitäten Bochum, Duisburg-Essen und Köln

*Ingenieurwissenschaften*

„Optimierter Antriebsstrang“ (Transferbereich), Technische Universität München.

### Neun neue Forschergruppen

Der Bewilligungsausschuss für die Allgemeine Forschungsförderung der Deutschen Forschungsgemeinschaft hat die Förderung von neun neuen Forschergruppen beschlossen. In diesen Gruppen arbeiten mehrere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler interdisziplinär zusammen an einer besonderen wissenschaftlichen Fragestellung. Die Förderung von Forschergruppen soll helfen, für eine mittelfristig – meist auf sechs Jahre – angelegte enge Zusammenarbeit die notwendige personelle und materielle Aus-

stattung bereitzustellen und dazu beitragen, neue Arbeitsrichtungen zu etablieren. Die Forschergruppen, darunter eine deutsch-niederländische in den Ingenieurwissenschaften, im Einzelnen:

#### *Geistes- und Sozialwissenschaften*

„Ökologischer Wandel und kulturelle Umbrüche in West- und Zentralafrika“, Universität Frankfurt am Main; „Internationale Wettbewerbsfähigkeit und Innovationsfähigkeit von Universitäten und Forschungsorganisationen – Neue Governanceformen“, Hochschule für Verwaltungswissenschaften in Speyer; „Preis-, Liquiditäts- und Kreditrisiken: Messung von Verteilung“, Universität Konstanz; „Naturwissenschaftlicher Unterricht“, Universität Duisburg-Essen (im Rahmen der neuen Förderinitiative „Forschergruppen in der empirischen Bildungsforschung“; die Forschergruppe wird durch ein gleichzeitig eingerichtetes Graduiertenkolleg ergänzt)

#### *Biowissenschaften und Medizin*

„Beeinflussung immunologischer Prozesse durch membran-nahe Signalmoleküle“, Universitäten Magdeburg und Bielefeld

#### *Naturwissenschaften*

„Architektur von nano- und mikrodimensionalen Strukturelementen“, Universität Leipzig; „Ferri-sche Funktionselemente: Physikalische Grundlagen und Konzepte“, Universität Dresden; „Mikrotechnik und Nanochemie: Physikalische und chemische Grundlagen, Komponenten und Systeme für die Lab-on-Microchip-Technologie“, Universität Siegen

#### *Ingenieurwissenschaften*

„Multiscale Methods in Computational Mechanics“, Universitäten Stuttgart, Delft und Eindhoven

Die neun Forschergruppen erhalten in den nächsten zwei Jahren etwa 8,7 Millionen Euro mit der Aussicht auf weitere 3,8 Millionen Euro im dritten Jahr. Die Gesamtförderdauer für Forschergruppen beträgt in der Regel sechs Jahre.

► [www.dfg.de/forschungsfoerderung/](http://www.dfg.de/forschungsfoerderung/)

34 [koordinierte\\_programme/forschergruppen/](http://www.dfg.de/forschungsfoerderung/koordinierte_programme/forschergruppen/)

## Perspektiven für den wissenschaftlichen Nachwuchs

*Auf dem zweiten Emmy Noether-Jahrestreffen in Potsdam diskutierten junge Forscher mit Politikern*

**R**und 150 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte exzellente Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler aus allen Fachgebieten trafen sich in Potsdam zum zweiten Emmy Noether-Jahrestreffen. Bei einer Podiumsdiskussion am ersten Abend hatten die Nachwuchsforscher Gelegenheit, mit der Bundesministerin für Bildung und Forschung, Edelgard Bulmahn, der brandenburgischen Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kultur, Professor Dr. Johanna Wanka, und Abgeordneten der vier Bundestagsfraktionen über das Thema „Wissenschaftliche Elite in Deutschland – Entwicklung der Nachwuchskette“ zu diskutieren.

Die Nachwuchsforscher bescheinigten der DFG, der Zeit voraus zu sein, die Strukturen an den Universitäten seien jedoch oft noch nicht so weit. Kritisch äußerten sich einige der Geförderten allerdings zur von der DFG festgelegten Altersgrenze für die Bewerber und zur Befristung der Nachwuchsgruppenphase auf vier Jahre. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft werde diese Anregungen aufgreifen, versprach Vizepräsident Professor Helmut Schwarz, so wie sie nach dem ersten Emmy Noether-Jahrestreffen einen Mustervertrag ausgearbeitet habe, um den Nachwuchsgruppenleitern bei deren Verhandlungen mit den aufnehmenden Universitäten den Rücken zu stärken. In die Autonomie der Hochschulen könne und wolle sie aber nicht eingreifen.

Auffallend beim Politischen Abend war der weitgehende Konsens der Bildungsexperten bei den wesentlichen Diskussionspunkten. Alle bekannten sich uneingeschränkt zur Förderung einer zukünftigen wissenschaftlichen Elite. Dass die frühe Selbstständigkeit ein hohes Gut sei, das es zu fördern

gelte, war ebenso unbestritten. Forschungsministerin Bulmahn bezeichnete das Emmy Noether-Programm in diesem Zusammenhang als einen wichtigen Baustein, um ein nachwuchsfreundliches Klima zu schaffen, da es auf einzigartige Weise Exzellenzförderung mit früher Selbstständigkeit verbinde. Die Forderung von Ulrike Flach, der Vorsitzenden des Bundestagsausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung, nach einem Wissenschaftstarifvertrag war ebenfalls Konsens. In der Unterfinanzierung im Forschungsbereich sahen sowohl der Sprecher für Bildungs- und Forschungspolitik der SPD-Bundestagsfraktion, Jörg Tauss, als auch das Mitglied im Bundestagsausschuss für Bildung und Forschung, Michael Kretschmer (CDU), eine zentrale Problematik. Die daraus abgeleitete Forderung von Reinhard Loske, dem stellvertretenden Fraktionsvorsitzenden von Bündnis 90/Die Grünen, nach mehr Unterstützung aus der Wirtschaft stieß gleichfalls auf breite Zustimmung.

Aus den Reihen der Geförderten wurde vor allem eine Forderung erhoben: Die unterschiedlichen Qualifikationswege für eine Hochschullehrer-Laufbahn sollten erhalten bleiben. In ihren Äußerungen machten sowohl die beiden Ministerinnen als auch die Abgeordneten deutlich, dass sie alle die Vielfalt der Postdoktorandenausbildung beibehalten wollten. In diesem Punkt zeigte sich aber auch, dass die Idealvorstellungen der Politiker nicht immer mit der Realität an den Hochschulen übereinstimmten. Daraus ergab sich viel Gesprächsstoff, sodass der Meinungsaustausch zwischen Politikern und Geförderten noch lange nach Ende der Abendveranstaltung im informellen Rahmen lebhaft fortgesetzt wurde.

► [www.dfg.de/forschungsfoerderung/nachwuchsfoerderung/emmy\\_noether/](http://www.dfg.de/forschungsfoerderung/nachwuchsfoerderung/emmy_noether/)



# DFG-Verbindungsbüro in Moskau eröffnet

Die wissenschaftlichen Beziehungen zu Russland entwickeln sich mit großer Dynamik

Zum 1. Juli 2003 hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft ein Verbindungsbüro in Moskau eingerichtet. Mit dem Büro in Washington und dem Chinesisch-Deutschen Zentrum für Wissenschaftsförderung in Peking ist das Moskauer Büro damit die dritte Auslandspräsenz der DFG. Unter Leitung von Dr. Doris Schenk (siehe auch „Namen und Nachrichten“ auf dieser Seite) soll das Verbindungsbüro

die Zusammenarbeit zwischen russischen und deutschen Wissenschaftlern und Wissenschaftsorganisationen im Interesse beider Seiten verstärken und das gegenseitige Wissen über wissenschaftliche Aktivitäten und Forschungspotenziale verbessern.

Die wissenschaftlichen Beziehungen mit Russland haben sich in den vergangenen Jahren mit großer Dynamik entwickelt. Eine enge Ko-

operation unterhält die DFG insbesondere mit der Russischen Stiftung für Grundlagenforschung (RFFI). Die Zusammenarbeit von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern beider Länder fördert die DFG durch Unterstützung gemeinsamer Projekte, kürzerer Forschungsaufenthalte von deutschen und russischen Wissenschaftlern im jeweils anderen Land, bilateraler Symposien sowie der Teilnahme russischer Wissenschaftler an wissenschaftlichen Veranstaltungen in Deutschland. Im Jahr 2002 fanden in diesem Rahmen insgesamt mehr als 500 durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft geförderte Aufenthalte von Wissenschaftlern im jeweiligen Partnerland statt.

## Namen und Nachrichten

Zum 31. August 2003 sind Dr. Walther Klofat, Dr. Jens-Egon Mosch und Dr. Rolf Gengenbach aus Altersgründen aus dem aktiven Dienst der Deutschen Forschungsgemeinschaft ausgeschieden. Walther Klofat hatte zuletzt das Washingtoner Verbindungsbüro aufgebaut und geleitet. Seit 1970 war er in der DFG-Geschäftsstelle Programmdirektor für die Bereiche Biochemie, Biophysik und Molekularbiologie/Gentechnik und später Leiter einer der drei Gruppen in den Lebenswissenschaften. DFG-Präsident Prof. Ernst-Ludwig Winnacker würdigte Klofat bei seinem Abschied als einen politisch denkenden Menschen, der in seinem Handeln die großen Perspektiven nicht aus den Augen verliere. Jens-Egon Mosch war zu-



Jens-Egon Mosch, Robert Paul Königs



leiter zurück zum „Wissenschaftlichen Apparatewesen“. Im Jahre 2000 wechselte er als deutscher Direktor des von der DFG und ihrer Partnerorganisation, der National Natural Science Foundation of China (NSFC), gemeinsam gegründeten „Chinesisch-Deutschen Zentrums für Wissenschaftsförderung“ nach Peking und leistete dort, wie der DFG-Präsident in seiner Würdigung hervorhob, eine „höchst erfolgreiche Pionierarbeit“. Seinen hohen Stellenwert könne man auch daran er-messen, dass er zum ersten nicht-chinesischen Mitglied der Chinesisch-Physikalischen Gesellschaft berufen wurde. Rolf Gengenbach war im Laufe seiner DFG-Zugehörigkeit unter anderem als Leiter des Bereichs „Wissenschaftliche Geräte 4“ für die Betreuung der Förderungsanträge auf projekt-orientierte Rechner und Prozessrechner zuständig. Mit seiner Hilfe, so hob Winnacker zu seinem Abschied hervor, sei es der von ihm betreuten Kommission für Rechenanlagen gelungen,

stets die neuesten technischen Entwicklungen der Datenverarbeitung für die Hochschulen nutzbar zu machen.

Neue Leiterin der Berliner DFG-Außenstelle wurde Dr. Marion Müller, zuvor Vorstandsreferentin in der Geschäftsstelle der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Sie löst Dr. Marina Koch-Krumrei ab, die nun als Nachfolgerin von Dr. Walther Klofat

Marina Koch-Krumrei, Walther Klofat



nächst Referatsleiter in der Gruppe „Wissenschaftliches Apparatewesen“. Nachdem er zwischenzeitlich drei Jahre lang als Fachreferent in der Fachgruppe „Naturwissenschaften“ tätig war, kehrte er 1989 als Gruppen-



Marion Müller, Doris Schenk

die DFG in den USA vertritt. Dr. Doris Schenk, zuvor Leiterin des DFG-Bereichs für wissenschaftliche Zusammenarbeit mit den Ländern der ehemaligen UdSSR, leitet das neu geschaffene DFG-Verbindungsbüro in Moskau (siehe auch den Bericht auf dieser Seite). Nachfolger von Dr. Jens-Egon Mosch als Direktor des Chinesisch-Deutschen Zentrums für Wissenschaftsförderung in Peking wurde Dr. Robert Paul Königs, der zuletzt die Gruppe „Graduiertenkollegs, Nachwuchsförderung“ bei der DFG geleitet hat.

## Die Deutsche Forschungsgemeinschaft

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) ist die zentrale Selbstverwaltungsorganisation der Wissenschaft. Nach ihrer Satzung hat sie den Auftrag, „die Wissenschaft in allen ihren Zweigen“ zu fördern. Die DFG unterstützt und koordiniert Forschungsvorhaben in allen Disziplinen, insbesondere im Bereich der Grundlagenforschung bis hin zur angewandten Forschung. Ihre besondere Aufmerksamkeit gilt der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Jeder deutsche Wissenschaftler kann bei der DFG Anträge auf Förderung stellen. Die Anträge werden Fachgutachtern vorgelegt, die für jeweils vier Jahre von den Forschern in Deutschland in den einzelnen Fächern gewählt werden.

Bei der Forschungsförderung unterscheidet die DFG verschiedene Verfahren: Im *Normalverfahren* kann jeder Forscher Beihilfen beantragen, wenn er für ein von ihm selbst gewähltes Forschungsprojekt Mittel benötigt. Im *Schwerpunktverfahren* arbeiten Forscher aus verschiedenen wissenschaftlichen Institutionen und Laboratorien im Rahmen einer vorgegebenen Thematik oder eines Projektes – und zwar jeder in seiner eigenen Forschungsstätte – für eine begrenzte Zeit zusammen. Die *Forschergruppe* ist ein längerfristiger Zusammenschluß mehrerer Forscher, die in der Regel an einem Ort eine Forschungsaufgabe gemeinsam bearbeiten. In den *Hilfseinrichtungen der Forschung* sind besonders personelle und apparative Voraussetzungen für wissenschaftlich-technische Dienstleistungen konzentriert.

*Sonderforschungsbereiche* sind langfristige, in der Regel auf 12 Jahre angelegte Forschungseinrichtungen der Hochschulen, in denen Wissenschaftler im Rahmen eines fächerübergreifenden Forschungsprogramms zusammenarbeiten. Neben den klassischen, ortsbundenen und allen Fächern offen stehenden Sonderforschungsbereichen werden Transregio angeboten, bei denen sich Standorte zu einem thematischen Schwerpunkt zusammenschließen. Eine weitere Variante sind Kulturwissenschaftliche Forschungskollegs, mit denen in den Geisteswissenschaften der Übergang zu einem kulturwissenschaftlichen Paradigma unterstützt werden soll. Eine Programmergänzung stellen Transferbereiche dar. Sie dienen der Umsetzung der in einem Sonderforschungsbereich erzielten Ergebnisse wissenschaftlicher Grundlagenforschung in die Praxis durch die Kooperation der Forschungsinstitutionen mit Anwendern.

*Graduiertenkollegs* sind befristete Einrichtungen der Hochschulen zur Förderung des graduierten wissenschaftlichen Nachwuchses durch Beteiligung an der Forschung. Im Zentrum steht ein zusammenhängendes, thematisch umgrenztes Forschungs- und Studienprogramm. Graduiertenkollegs sollen die frühe wissenschaftliche Selbständigkeit der Doktorandinnen und Doktoranden unterstützen und den internationalen Austausch intensivieren. Sie stehen ausländischen Kollegiaten offen. In Internationalen Graduiertenkollegs bieten deutsche und ausländische Universitäten gemeinsam ein strukturiertes Promotionsprogramm an.

Zusätzliche Förderungsmöglichkeiten für den qualifizierten wissenschaftlichen Nachwuchs bestehen im Heisenberg-Programm sowie im Emmy Noether-Programm.

In den neuen Bundesländern wurden Geisteswissenschaftliche Zentren und Innovationskollegs geschaffen, um die dortigen Forschungsstrukturen zu verbessern. Sie sind zeitlich begrenzte Einrichtungen zur Förderung interdisziplinärer Forschung.

Die DFG finanziert und initiiert außerdem Maßnahmen zur Förderung des wissenschaftlichen Bibliothekswesens, stattet Rechenzentren mit Computern aus, stellt Groß- und Kleingeräte für Forschungszwecke zur Verfügung und begutachtet Anträge auf Ausstattung mit Apparaten im Rahmen des Hochschulbauförderungsgesetzes. Auf internationaler Ebene hat sie die Aufgabe der Vertretung der Wissenschaft in internationalen Organisationen übernommen, koordiniert und finanziert den deutschen Anteil an großen internationalen Forschungsprogrammen und unterstützt die wissenschaftlichen Beziehungen zum Ausland.

Eine weitere wesentliche Aufgabe der DFG ist die Beratung von Parlamenten und Behörden in wissenschaftlichen Fragen. Eine große Zahl von Fachkommissionen und Ausschüssen liefert wissenschaftliche Grundlagen für Gesetzgebungsmaßnahmen, vor allem im Bereich des Umweltschutzes und der Gesundheitsvorsorge.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft ist der Rechtsform nach ein Verein des bürgerlichen Rechts. Ihre Mitglieder sind wissenschaftliche Hochschulen, die Akademien der Wissenschaft, Forschungseinrichtungen von allgemeiner wissenschaftlicher Bedeutung, die Max-Planck-Gesellschaft und die Fraunhofer-Gesellschaft sowie eine Reihe von wissenschaftlichen Verbänden. Zur Wahrnehmung ihrer Aufgaben erhält sie Mittel vom Bund und den Ländern sowie eine jährliche Zuwendung des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft.

## Anschriften der Autoren

*Dipl.-Phys. Georg Bison*  
*Prof. Dr. Antoine Weis*  
Physik-Department  
Universität Fribourg  
Chemin du Musée 3  
1700 Fribourg/Schweiz

*Dipl.-Ing. René Borch*  
*Dipl.-Ing. Michael Mayer*  
*Dr.-Ing. Klaus Lindner*  
*Dipl.-Ing. Claudia Depenthal*  
*Prof. Dr.-Ing. Bernhard Heck*  
Geodätisches Institut,  
Universität Karlsruhe,  
Englerstraße 7,  
76128 Karlsruhe

*Prof. Dr.-Ing. Henning Fahlbusch*  
*Dr. Hubertus Manderscheid*  
*Dr. Christoph Ohlig*  
Fachbereich Bauwesen/Wasserbau,  
Fachhochschule Lübeck,  
Stephensonstraße 3,  
23562 Lübeck

*Ph. D. C. Giovanni Galizia*  
Associate Professor & Associate  
Entomologist,  
Dept. of Entomology, Room 383,  
University of California,  
Riverside, CA 92521, USA

*PD Dr. Ilse Storch*  
Forstwissenschaftliche Fakultät,  
Außenstelle Linderhof,  
TU München,  
82488 Ettal

*Prof. Dr. Ernst-Ludwig Winnacker*  
Präsident der Deutschen Forschungs-  
gemeinschaft, Kennedyallee 40,  
53175 Bonn

*Priv.-Doz. Dr. Robert Wynands*  
Abt. 4.41,  
Physikalisch-Technische  
Bundesanstalt,  
Bundesallee 100,  
38116 Braunschweig

## Abbildungen

Ohlig (Titel, S. 12/13, 13, 14, 15);  
Querbach (S. 2, 16, 17, 18, 19, 20, 21,  
Rücktitel); Depenthal (S. 4/5, 5 o., 6,  
7); Steinmetz (S. 5 u., 7); Borch (S. 6 u.);  
Kunst- und Ausstellungshalle der  
Bundesrepublik Deutschland (S. 8, 9);  
Bramaz /Schweizerischer National-  
fonds (S. 10), Wynands (S. 11), Storch  
(S. 22, 22/23, 23, 24, 25, 26); Galizia  
(S. 28, 29); Hüsken (S. 35 quer), privat  
(S. 35)





**B**onner Perspektiven: Vom Hochhaus der Geschäftsstelle der Deutschen Forschungsgemeinschaft fällt der Blick über den Erweiterungsbau und das Wissenschaftszentrum auf das Siebengebirge.